



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estudio del Trabajo para Incrementar la Productividad en el
Proceso de Pintado de la Empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Huerta Pinglo, Joaquín (ORCID: 0000-0002-7727-2034)
Meincken Guillermo, Italo Giovanny (ORCID: 0000-0003-0722-7542)

ASESORA:

Mg. Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús (ORCID: 0000-0001-9734-0244)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestros padres y familiares, por ser nuestra inspiración y motivación, por cada palabra de aliento y superación; y a todas las personas que han estado presentes en esta etapa de investigación.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por darnos salud y las fuerzas para seguir adelante en esta etapa difícil de coyuntura que afrontamos en la actualidad. A nuestros padres, hermanos y amigos, por sus palabras de aliento y motivación. A nuestra asesora Mg. Margarita Egusquiza Rodríguez, por todos los conocimientos y el apoyo brindado hasta la finalización del proyecto. A la empresa Adan Car E.I.R.L por permitirnos recolectar los datos necesarios, y en especial a la Sra. Giovanna Juscamayta, por la confianza brindada.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	17
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	101
3.7. Aspectos éticos.....	101
IV. RESULTADOS.....	102
V. DISCUSIÓN.....	109
VI. CONCLUSIONES.....	113
VII. RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS.....	115
ANEXOS	121

Índice de tablas

Tabla 1: Diseño de investigación.....	12
Tabla 2: Diagrama de Actividades del proceso de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre test).....	31
Tabla 3: Diagrama bimanual – operación 5: Pintado lateral izquierdo (noviembre 2019 Pre-test).....	34
Tabla 4: Diagrama bimanual – operación 6: Pintado lateral derecho (noviembre 2019 Pre-test).....	35
Tabla 5: Diagrama bimanual – operación 7: Pintado superior (noviembre 2019 Pre-test)	36
Tabla 6:Diagrama bimanual – operación 8: Pintado frontal (noviembre 2019 Pre-test)	37
Tabla 7: Diagrama bimanual – operación 8: Pintado posterior (noviembre 2019 Pre-test)	38
Tabla 8: Registro de toma de tiempos (noviembre 2019 Pre-test) – Segundos ...	41
Tabla 9: Registro de toma de tiempos (noviembre 2019 Pre-test) – Minutos.....	42
Tabla 10: Cálculo del número de muestras del proceso de pintado de vehículos livianos (noviembre 2019 Pre-test).....	43
Tabla 11: Cálculo promedio del número de muestras del proceso de pintado de vehículos livianos (noviembre 2019 Pre-test).....	44
Tabla 12: Cálculo de tiempo estándar (noviembre 2019 Pre-test)	45
Tabla 13: Cálculo de la capacidad instalada (noviembre 2019 Pre-test).....	46
Tabla 14: Cálculo del factor de valoración.....	46
Tabla 15: Cálculo de servicio esperado pintado de vehículos por día (noviembre 2019 Pre-test).....	46
Tabla 16: Cálculo de tiempo esperado del trabajador (noviembre 2019 Pre-test)	47
Tabla 17: Cálculo de tiempo utilizado del trabajador	47
Tabla 18: Cálculo de Eficiencia, Eficacia y Productividad (noviembre 2019 Pre-test)	48
Tabla 19: Diagrama de Gantt servicios de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre test).....	50
Tabla 20: Alternativas de solución de las principales causas.....	51
Tabla 21: Inversiones tangibles para la implementación	53

Tabla 22: Costos de capacitaciones.....	53
Tabla 23: Costo del investigador	54
Tabla 24: Inversiones intangibles	54
Tabla 25: Calculo de totales netos	54
Tabla 26: Etapa Seleccionar	55
Tabla 27: Pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre-test).....	56
Tabla 28: Actividades que no agregan valor al proceso de pintado de vehículos livianos A1 – Etapa Registrar	58
Tabla 29: Técnica del interrogatorio sistemático – Etapa examinar	59
Tabla 30: Técnica del interrogatorio sistemático – Etapa Crear	63
Tabla 31: Beneficios sociales de los trabajadores.....	67
Tabla 32: Insumos para el pintado de vehículos livianos A1 - Pre-test	67
Tabla 33: Insumos para el pintado de vehículos livianos A1 - Pre-test	68
Tabla 34: Costos de Servicio (noviembre 2019 Pre-test)	68
Tabla 35: Diagrama de Actividades del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (Setiembre 2020 Post-test).....	70
Tabla 36: Diagrama bimanual – Operación 5: Pintado lateral izquierdo (Setiembre 2020 Post-test)	72
Tabla 37: Diagrama bimanual – Operación 6: Pintado frontal (Setiembre 2020 Post-test)	73
Tabla 38: Diagrama bimanual – Operación 7: Pintado lateral derecho (Setiembre 2020 Post-test)	74
Tabla 39: Diagrama bimanual – Operación 8: Pintado superior (Setiembre 2020 Post-test)	75
Tabla 40: Diagrama bimanual – Operación 9: Pintado posterior (Setiembre 2020 Post-test)	76
Tabla 41: Diagrama de Actividades del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (Setiembre 2020 Post-test).....	83
Tabla 42: Resultados de Estudio de Métodos (Pre-test vs. Post-test)	85
Tabla 43: Registro de toma de tiempos (Setiembre 2020 Post-test) – Segundos	86
Tabla 44: Registro de toma de tiempos (Setiembre 2020 Post-test) – Minutos....	87
Tabla 45: Cálculo de número de muestras (Setiembre 2020 Post-test)	88

Tabla 46: Cálculo del promedio de número de muestras (Setiembre 2020 Post-test)	88
Tabla 47: Cálculo del tiempo estándar (Setiembre 2020 Post-test)	89
Tabla 48: Resultados de Estudio de Tiempos (Pre-test vs. Post-test)	90
Tabla 49: Cálculo de la capacidad instalada (Setiembre 2020 Post-test)	91
Tabla 50: Cálculo del factor de valoración (Setiembre 2020 Post-test)	91
Tabla 51: Cálculo de los servicios esperados (Setiembre 2020 Post-test)	91
Tabla 52: Cálculo del tiempo esperado del trabajador (Setiembre 2020 Post-test)	92
Tabla 53: Cálculo del tiempo utilizado del trabajador (Setiembre 2020 Post-test)	92
Tabla 54: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad (Setiembre 2020 Post-test)	93
Tabla 55: Diagrama de Gantt servicios de pintado de vehículos livianos A1 (setiembre 2020 Post test)	95
Tabla 56: Resultados eficiencia, eficacia y productividad (Pre-test vs Post-test)	96
Tabla 57: beneficios sociales de los trabajadores	97
Tabla 58: Costos de servicio (setiembre 2020)	97
Tabla 59: Insumos para el pintado de vehículos livianos A1 post-test	97
Tabla 60: Costos de servicio post-test	98
Tabla 61: Costo unitario inicial y actual	98
Tabla 62: Flujo de caja económico de la mejora	100

Índice de figuras

Figura 1: Dimensiones del Estudio del Trabajo	13
Figura 2: Pintado de placas de vehículos livianos A1	23
Figura 3: Distribución de Planta de Adan Car E.I.R.L	27
Figura 4: Diagrama de Operaciones del proceso de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre-test)	30
Figura 5: Diagrama de recorrido del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre-test).....	39
Figura 6: Cronograma de actividades del proyecto	52
Figura 7: Diagrama de distribución de planta actual (Setiembre 2020 Post-test). 79	
Figura 8: Diagrama de recorrido actual (Setiembre 2020 Post-test)	80
Figura 9: Diagrama de Operaciones del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (Setiembre 2020 Post-test)	82
Figura 10: Resultados de Estudio de Métodos (Pre-test vs. Post-test)	85
Figura 11: Resultados de Estudio de Tiempos (Pre-test vs. Post-test)	90
Figura 12: Resultados eficiencia, eficacia y productividad (Pre-test vs Post-test) 96	
Figura 13: Costo unitario inicial y actual.....	98

Resumen

El presente proyecto de investigación titulado “Estudio del Trabajo para Incrementar la Productividad en el Proceso de Pintado de la Empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020”, tiene como objetivo general, determinar cómo la Aplicación del Estudio del Trabajo incrementa la Productividad en el Proceso de Pintado.

La investigación es tipo aplicada con un diseño experimental – cuasiexperimental. La población será el proceso de pintado de vehículos livianos A1 y como criterio de inclusión un periodo de 25 días, que serán evaluadas antes y después de la ejecución del estudio del trabajo. La muestra es igual a la población, se utilizó la técnica de la observación y se usaron los siguientes instrumentos: fichas de registro de tomas de tiempo, formato para el estudio de tiempos, tablas de registro de diagramas de procesos, tablas para evaluar la eficiencia, eficacia y productividad y el cronómetro; además, se utilizó el programa de Microsoft Excel 2016 y SPSS versión 22 para lograr los resultados de significancia que fueron de 0,011 en productividad, eficiencia 0,034 y eficacia 0,005; aceptándose la hipótesis del trabajo por ser menor a 0.05. Se validaron los instrumentos de recolección de datos por tres jueces expertos en el tema.

Palabras claves: Estudio del Trabajo, Productividad, Eficiencia, Eficacia.

Abstract

The present research project entitled "Study of Work to Increase Productivity in the Painting Process of the Company Adan Car EIRL, Smp, 2020", has the general objective of determining how the Application of the Study of Work increases Productivity in the Process of Pintado.

The research is applied type with an experimental - quasi-experimental design. The population will be the process of painting A1 light vehicles and as an inclusion criterion in a period of 25 days, which will be evaluated before and after the execution of the work study. The sample is equal to the population, the observation technique was used and the following instruments were used: record sheets of time taken, format for the study of times, tables of record of process diagrams, tables to evaluate efficiency, efficiency and productivity and the stopwatch; In addition, the Microsoft Excel 2016 and SPSS version 22 program was used to achieve the results of significance that were 0.011 in productivity, 0.034 efficiency and 0.005 efficiency; accepting the work hypothesis for being less than 0.05. The data collection instruments were validated by three expert judges on the subject.

Keywords: Work Study, Productivity, Efficiency, Effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, la industria automotriz esta interconectada con una importante huella económica. La capacidad de producción bruta del sector es de 5.7% del producto mundial, de acuerdo con la base de datos world input-output Database. Los vehículos y todo lo relacionado con el sector ocupan el quinto lugar de productos de exportación más importantes del mundo que representa el 8% de las exportaciones mundiales de bienes, por otra parte, la industria es un valioso consumidor de materias primas ya que es el segundo mayor consumidor de acero y aluminio, y también de grandes cantidades de cobre, caucho, plástico y productos eléctricos. Durante la contracción la producción automotriz mundial bajó aproximadamente en un 1.7% y cerca del -2.4% a la vez también las ventas descendieron alrededor de 3%, China que es el mayor mercado de vehículos del mundo también percibió su primera reducción en más de dos décadas con una contracción de 4% en unidades producidas. En Alemania, Italia y el reino unido se registraron caídas de grandes proporciones, mientras que en Estados Unidos y los mercados emergentes importantes, la expansión de producción fue leve. La desaceleración ha continuado en 2019, según lo indica el descenso de las ventas mundiales de vehículos livianos (Ver anexo 1), con un impulso debilitado en China y Europa. Por otro lado, a nivel nacional; según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI-2020), el Perú está atravesando por una difícil situación en cuanto a producción nacional se refiere, registrándose una disminución de 17.37% entre los meses Enero-Junio y durante los últimos doce meses, Julio 2019-Junio 2020, una disminución de 7.25% (Ver anexo 2), el comercio automotriz tuvo una reducción de -28,86% (Ver anexo 3), debido a la reducción de ventas de vehículos automotores, de sus partes y accesorios y de su mantenimiento y reparación.

Según datos estadísticos de la Asociación automotriz del Perú (AAP), los vehículos livianos (conformado por automóviles, camionetas, pick up, furgonetas, SUV y station wagons), registraron una disminución de -13.02% en relación a agosto de 2019, llegándose a vender alrededor de 10,766 unidades (Ver anexo 4), pero que, a pesar de dicho resultado, el nivel de ventas superó a las observadas en marzo, abril, mayo, junio y julio, periodo en que el Gobierno declaró estado de emergencia.

A nivel local, Adan Car E.I.R.L es una empresa dedicada al comercio automotriz, con apenas 5 años en el sector, brindando una variedad de servicios de mantenimiento de automóviles siendo una de sus principales funciones el pintado de vehículos livianos A1 por la alta demanda e ingresos generados en todos estos años, siendo sus principales clientes taxistas que transitan por el taller, dada la ubicación en la que está, frente a una avenida principal (próceres). Sin embargo, la creciente demanda de pintado de vehículos livianos, debido a exigencias de la Municipalidad de Lima, ha ocasionado estragos en Adan Car E.I.R.L, ya que en el taller solo se cuenta con un trabajador para cubrir con la demanda diaria; generando reprocesos en el servicio de pintado; recayendo a una baja productividad.

Para conocer cómo se encuentra Adan Car E.I.R.L, se presentarán los siguientes datos históricos de los meses de agosto, setiembre y octubre del 2019 (3 meses). (Ver anexo 5); además, se determinó que su eficiencia fue del 54%%, eficacia 81%% y productividad 43%. (Ver anexo 6), comprobando que existen causas que afectan la productividad. (Ver anexo 7 y 8)

Para un mejor análisis de forma cuantificable, se utiliza la Matriz de Correlación para medir la relación que tienen cada una de las causas (Ver anexo 9); luego, se representa en un plano cartesiano ubicándose los puntos críticos, pasivos, activos e indiferentes. (Ver anexo 10), después se procede a elegir las causas que cuentan con mayor peso, teniendo al método de trabajo incorrecto con una puntuación de 23, tiempos improductivos con 19 y distribución inadecuada con 17 (Ver anexo 11).

Después se elabora el diagrama de Pareto (Ver anexo 12), para luego realizar la estratificación por áreas las cuales estarán divididas de la siguiente forma: procesos, gestión y mantenimiento. (Ver anexo 13 y 14)

Luego, se procede a realizar una tabla de alternativas de solución, resultando la aplicación del estudio del trabajo con la mayoría de puntos (7 puntos) (Ver anexo 15); y para finalizar, se realiza una matriz de priorización obteniendo los siguientes resultados: procesos 58%, gestión, 36% y mantenimiento 5%. (Ver anexo 16).

De esta manera se formula el problema de investigación ¿De qué manera la aplicación de estudio de trabajo incrementará la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020?

¿De qué manera la aplicación de estudio de trabajo incrementará la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020?

¿De qué manera la aplicación de estudio de trabajo incrementará la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020?

La investigación requiere implementar la herramienta de estudio del trabajo y para ello se tuvo una inversión de s/.17,561.87. Utilizados para crear un método de trabajo adecuado al proceso de pintado, evitando los reprocesos, sin movimientos innecesarios dada la distribución inadecuada de los materiales, equipos; ubicando la zona de materiales de pintura cerca al área de pintado, reduciendo las actividades que no agregan valor, al igual que la reducción de costos de producción en dicho proceso. De este modo la aplicación del estudio del trabajo permitirá solucionar los problemas de productividad en la empresa Adan Car E.I.R.L. por ser la herramienta más conveniente y manejable por cuestiones de estudio de tiempos y métodos para el proceso de pintado de vehículos livianos A1.

Por lo tanto, tenemos como objetivo lo siguiente:

Determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020

Determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020

Determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020

Por otro lado, tenemos como hipótesis lo siguiente:

La aplicación de estudio de trabajo incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.

La aplicación de estudio de trabajo incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.

La aplicación de estudio de trabajo incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

López, Andrés (2017). Estudio del mejoramiento de la productividad aplicando un sistema de administración de talleres automotrices. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Mecánica Automotriz. Universidad Internacional de Ecuador. Ecuador. El objetivo fue aumentar la productividad en un taller de servicio automotriz mediante un sistema de administración de talleres (SAT), la población y muestra se centra a talleres de servicio automotriz, con diseño experimental de tipo aplicada, utilizando como herramientas y métodos la toma de tiempos y el SAT, además del registro de clientes y vehículos. Se incrementó la productividad en un 9.18%, se mejoró el uso de los recursos, registro de las actividades y control de los tiempos. El aporte de mejoras es significativo porque la aplicación del estudio de tiempos ayuda a identificar las demoras que existen en un proceso, para ser analizadas y mejoradas. Esta investigación nos sirve de base para la aplicación del estudio de tiempos en talleres automotrices y entender las demoras que existen en el proceso en estudio.

Aguirre, Jonathan (2018). Implementación de un modelo de gestión por procesos para el área operativa del taller automotriz La France en función de la mejora de la productividad. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Mecánica Automotriz. Universidad Internacional de Ecuador. Ecuador. El objetivo fue mejorar la productividad en el área operativa del taller automotriz La France, la población y muestra fue el área operativa del taller automotriz, con diseño experimental de tipo aplicada y utilizando como herramientas la matriz FODA, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, flujogramas, mapas de procesos; como también la elaboración de planes de acción y procedimientos. La productividad se incrementó un 22%, la eficiencia subió un 21% y la eficacia un 57%. Los aportes mencionados son significativos porque la aplicación de las herramientas de diagnóstico ayuda a identificar los problemas con mayor relevancia en el estudio y que deben ser controlados. Basados en esta investigación lograremos utilizar adecuadamente las herramientas de mejora de proceso y diagnóstico para nuestra investigación.

Guaraca, Segundo (2015). Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A. Tesis para obtener el grado de magister en

Ingeniería Industrial y Productividad. Universidad Politécnica Nacional. Ecuador. El objetivo fue mejorar la productividad en la sección de prensado de pastillas de freno, la población y muestra fue el prensado de pastillas de freno, con diseño experimental de tipo aplicada y las técnicas aplicadas fueron el estudio de tiempos con cronómetro, el uso del diagrama de operaciones (DOP), diagrama hombre-máquina para el prensado de pastillas y la creación de un nuevo elevador de matrices. La productividad se incrementó en un 25%, lo que significa que la producción de pastillas/HH aumentaron de 108 a 136, en una jornada de 11 horas y alrededor de 102 a 128 en la jornada de 8 horas y el nuevo método beneficia el uso del equipo de 49% a 69%. La investigación nos respalda ya que muestra paso a paso la forma adecuada de implementar un nuevo método en el rubro automotriz de manera que favorezca al crecimiento de la productividad.

Sultana, Razia (2017). Mejora de la productividad mediante la técnica del estudio de trabajo en la industria de productos de cuero de Bangladesh. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Universidad de Dhaka. Bengala. El objetivo fue mejorar la productividad en la industria de cuero, siendo la población y muestra los productos de cuero de Bangladesh. El tipo de investigación fue aplicada y como técnicas se aplicó el cuestionamiento donde el análisis crítico y el registro de toda la información relacionada a línea de producción determinada. El método del estudio del trabajo logró que la producción mejorara en 12.71%. Esta investigación servirá como base para establecer el nuevo método de trabajo bajo el análisis previo del proceso en estudio.

Mekonnen, Getachew (2019). Mejora de la productividad a través de la línea de equilibrio, un estudio de caso en la industria automotriz de Bishoftu. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Mecánicas e Industrial. Escuela de investigación y estudios de posgrado de Bahir Dar, Instituto de Tecnología. Etiopía. El objetivo fue la aplicación del equilibrio de línea para reducir la inactividad en el puesto de trabajo, teniendo como población y muestra el proceso de ensamblaje de los vehículos. El tipo de investigación fue aplicada con diseño cuasi-experimental y como técnicas se utilizó el cronometraje y el Software Matlab. La productividad aumentó un 44.5%, significando que se ensamblarán 4 vehículos adicionales/turno, la eficiencia mejoró de 52.9% a 94.2% mediante el uso del

método de ponderación posicional, el nuevo método mejoró de 53.9% a 80.4%, el tiempo de ciclo se redujo de 63min a 50min y la reducción de mano de obra fue de 80 a 47 trabajadores con una reducción de puestos de trabajo de 16 a 12, ahorrándose 13 minutos. Esta investigación es beneficiosa para nosotros porque enseña cómo calcular el tiempo de ciclo en el proceso utilizando adecuadamente la técnica del cronómetro, al igual que evaluar la carga de trabajo en cada puesto de trabajo y simplificarlo.

Álvarez, Freddy (2018). Mejora del método de trabajo para aumentar la productividad del servicio de mantenimiento empresa Asistencia y Mecánica Automotriz Mitsubishi, Chimbote, 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. El objetivo fue mejorar el método de trabajo en el servicio de mantenimiento. La población y muestra fueron las órdenes de servicios de mantenimiento. El diseño fue experimental de tipo aplicada, y se utilizaron herramientas del estudio de métodos, tiempos y movimientos. La productividad subió 21%, pasando del 43% al 52%, disminuyendo actividades que no generan valor. Finalmente, esta tesis es favorable a nuestro trabajo de investigación ya que nos muestra que mediante un constante seguimiento empleando mejoras en los métodos de trabajo podemos hacer buen uso de nuestro tiempo.

Camacho, Hilda (2017). Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento del concesionario automotriz de la Red Volkswagen Ernesto Flechelle S.A., 2017. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. El objetivo fue incrementar la productividad en el área de mantenimiento, la población y muestra fueron las órdenes de servicio del área de mantenimiento. El diseño fue cuasi experimental de tipo aplicada, utilizando como herramientas las fichas de observación y el cronómetro. La productividad antes fue de 42% y después subió al 76%, la eficiencia se incrementó un 46% siendo su eficiencia anterior de 56% y después de 82%, la eficacia antes fue de 74% y después de un 92%, incrementando un 24%; Esta investigación nos sirve porque nos enseña el uso adecuado del cronometro para recolectar los tiempos de los trabajadores estableciendo el tiempo estándar.

Valencia, Erick (2019). Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de planchado automotriz del taller Megaautos S.A.C., Independencia, 2018. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. El objetivo fue mejorar la productividad en el área de planchado automotriz con el estudio del trabajo. la población y muestra fueron las reparaciones en el área de planchado. El diseño fue experimental de tipo aplicada, utilizando herramientas como el formato de cálculo de número de muestras, hojas de verificación de toma de tiempos, ficha de registro y el cronómetro. La productividad antes fue de 55,42% y después 69,86%, incrementando un 26,05%, la eficiencia antes fue de 68% y después 76%. aumentando un 12,57% y la eficacia antes fue de 82%, alcanzando un 92%, incrementando un 12,57%, mejorando el desenvolvimiento en el área de planchado. La investigación nos sirve de guía para utilizar adecuadamente las fichas de registro y hojas de verificación para los tiempos y los métodos que se utilizan en la empresa.

Gutiérrez, Hans (2018). Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de almacén de avíos en la empresa Corporación Mia Internacional S.A.C., San Luis 2017. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. El objetivo fue incrementar la productividad en el área de almacén, la población y muestra fueron los requerimientos de avíos de los modelos JBM/DCO. El diseño fue experimental y tipo aplicada, utilizando la técnica de la observación y las fichas de registros de datos. La productividad subió un 2.6% entre los meses febrero y marzo, la eficiencia incremento un 5%, mejorando el rendimiento de los operarios logrando tiempos óptimos para el proceso. Esta tesis nos ayudó a orientar cómo se debe implementar el método de trabajo correctamente en la investigación para lograr simplificar el proceso de pintado.

Collado, María (2018). Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial y Comercial. Universidad San Ignacio de Loyola. Perú. El objetivo fue mejorar la productividad en un taller Mecánico Automotriz, la población y muestra fue el servicio de mantenimiento preventivo menor. El diseño fue cuasi experimental de tipo aplicada, utilizando

herramientas como diagramas de causa-efecto, diagramas de operaciones, actividades y recorrido, y de Pareto. La productividad fue de 97.49% y después de 98.20%, mejorando los tiempos de entrega en el área de despacho del almacén en un 4.89%. Esta tesis es favorable a nuestra investigación ya que nos sirvió de guía para realizar el estudio de tiempos y además de cómo se debe llevar a cabo la recolección de datos.

El **estudio del trabajo** analiza la actividad del trabajador para conocer su método de trabajo actual, eliminando o modificando el método inadecuado o excesivo, estableciendo un tiempo apropiado para el desarrollo de dicha actividad. (Kanawaty, 1996, p. 9).

El **estudio de métodos** permite simplificar el trabajo excesivo del operario, eliminando movimientos innecesarios de algún material o mano de obra, reemplazando métodos actuales por otros mejores. (Kanawaty, 1996, p. 252). Se deben de seguir las siguientes ocho etapas:

- 1) **SELECCIONAR:** la población que se va estudiar.
- 2) **REGISTRAR:** los acontecimientos con mayor importancia en el trabajo recolectando todos los datos que sean necesarios, mediante fuentes confiables.
- 3) **EXAMINAR:** la forma en cómo se está realizando el trabajo, si cumple con su finalidad, lugar, los procesos y los métodos que se están usando.
- 4) **ESTABLECER:** la forma más práctica, económica y eficaz, por medio de la participación de las personas comprometidas.
- 5) **EVALUAR:** las alternativas que se tienen para empezar el nuevo método, evaluando al costo – eficacia del método implementado y al método previo.
- 6) **DEFINIR:** el resiente método explicando de manera clara y exacta a todos los que lo utilizarán dentro de la empresa, con el fin de que se ejecute.
- 7) **IMPLANTAR:** el resiente método y capacitar al personal para su práctica normal.
- 8) **CONTROLAR:** la adaptación del nuevo método, estableciendo el procedimiento más apropiado para evitar el uso del método anterior. (Kanawaty, 1996, p. 77)
(Ver anexo 17)

El **diagrama de procesos** muestra gráficamente las actividades de un proceso de forma sistemática, haciendo uso de símbolos que contienen datos vitales para el análisis, tales como el recorrido, las cantidades y tiempo necesario. (Criollo, 2005, p. 42) (Ver anexo 18 y 19)

El **diagrama del proceso de operaciones (DOP)**, muestra gráficamente de manera organizada las inspecciones y operaciones incluyendo materiales que se usan en el proceso; además, se pueden colocar todos los datos que sean necesarios para el análisis. (Criollo, 2005, p. 45). (Ver anexo 20)

El **diagrama de actividades de procesos (DAP)**, muestra gráficamente las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos desarrollados sistemáticamente en un proceso; además, se pueden colocar todos los datos que sean necesarios para el análisis. (Criollo, 2005, p. 53). (Ver anexo 21)

El **diagrama bimanual** registra los movimientos producidos por ambas manos y el vínculo que existen entre ellas, especialmente para operaciones repetitivas, utilizando los símbolos de los diagramas de proceso. (Criollo, 2005, p. 79). (Ver anexo 22)

El **diagrama de recorrido**, nos muestra cómo está distribuido el área de trabajo de tal modo que representa el trayecto desde un punto de inicio hasta que finaliza (Kanawaty, 1996, p. 103). (Ver anexo 23)

La segunda dimensión **estudio de tiempos**, ayuda a conocer el tiempo que necesita un operario ya sea por lo experimentado que es, o uno normal, haciendo uso de las herramientas requeridas, trabajos en tiempo normal y condiciones ambientales comunes para el desarrollo de sus actividades. (Palacios, 2016, p. 239)

La medición con **cronómetro** es una técnica utilizada para establecer estándares de tiempos de las cuales se dividen en los siguientes tipos: el cronómetro digital, electrónico y mecánico. (Meyers, 2000, p. 135). (Ver anexo 24 y 25)

Los **formularios**, permiten registrar todo tipo de información siguiendo cierto método, sin omitir ninguna información importante. (Kanawaty, 1996, p. 278) (Ver anexo 26)

El **tiempo estándar** ayuda a calcular adecuándose a las necesidades de las personas, el cansancio y los destiempo que se generan según los problemas que acontecen en el entorno del trabajo, tales como la temperatura, el polvo, suciedad y humos, el tiempo estándar están relacionados a los tiempos ya asignados y tiempos ejecutados. (Randal, 2013, p. 41)

$$T_s = (\text{Tiempo Observado}) \times (\text{Factor de valorización}) \times (1 + \text{suplemento})$$

El **tiempo normal**, es el tiempo que el trabajador necesita para realizar sus tareas a un ritmo normal, siguiendo un método. (Chouhan, 2018, p. 25)

El **sistema Westinghouse**, es utilizado para conocer el tiempo estándar del proceso y consta de cuatro factores para conocer el desenvolvimiento que tiene el operario y que son: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Niebel & Freivalds, 2009, p. 358) (Ver anexos 27, 28, 29, 30)

Los suplementos son los tiempos otorgados al trabajador para equilibrar los retrasos, demoras y situaciones inevitables que suceden en la actividad. (Criollo, 2005, p. 224.) (Ver anexo 31)

La **productividad**, es la relación productos o servicios alcanzados y la entrada necesaria para su transformación. Se emplean adecuadamente los recursos utilizados para la producción. (Prokopenko, 1992, p. 3)

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

La **eficiencia** es la adecuada forma de utilizar recursos dentro de una empresa. (Baca, 2014, p. 86)

$$\text{Eficiencia} = \text{Recursos utilizados} / \text{Recursos planificados}$$

La **eficacia** se centra en el cumplimiento de objetivos y en realizar las cosas de forma correcta creando valores enfocados al cliente. (Sánchez, 2014, p. 73)

$$\text{Eficacia} = \text{Resultados alcanzados} / \text{Resultados planificados}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación fue aplicada porque a través de los conocimientos previos adquiridos de la herramienta, se busca resolver los problemas de productividad de la empresa Adan Car E.I.R.L. (Carrasco, 2019, p. 44)

Por otro lado, el enfoque fue cuantitativo porque las variables al ser manipuladas se pueden manifestar de forma numérica o en diversos grados; en este caso las variables de estudio del trabajo y productividad se midieron y presentaron valores numéricos. (Carrasco, 2019, p. 222)

Se atribuyó a la investigación el diseño experimental porque las variables del estudio se manipulan para analizar el efecto que tienen cada una de ellas; y que, en este caso, mediante la manipulación de la variable independiente de estudio del trabajo, se mejoró la variable dependiente de productividad en el proceso de pintado. (Carrasco, 2019, p. 60)

El diseño de la investigación en estudio fue cuasiexperimental porque no se eligió aleatoriamente el grupo de control, sino que tuvo un solo grupo de estudio conformado por la productividad en el servicio de pintado de vehículos livianos A1 en un periodo de 25 días del mes de noviembre 2019 de la empresa Adan Car E.I.R.L, el cual sirvió para recolectar información para el análisis antes de la implementación del grupo manipulable, que en este caso fue el estudio del trabajo aplicado al servicio antes mencionado. Por lo tanto, se llevaron a cabo dos mediciones, una medición previa a la implementación (pre-test) y después de esta (post-test). (Carrasco, 2019, p. 70)

A su vez, la investigación fue de nivel explicativo, porque a través de la manipulación de las variables se buscó conocer las razones y motivos por las que ocurrieron los eventos en el estudio, en este caso la aplicación del estudio del trabajo, nos permitió conocer el efecto que este tiene sobre la productividad en el servicio de pintado de Adan Car E.I.R.L. (Carrasco, 2019, p.42)

Tabla 1: Diseño de investigación

Según	Tipo	Alcance	Diseño
Fuente	Documental	Exploratorio	No experimental-transversal
		Descriptivo	
	De campo	Exploratorio	No experimental-transversal y longitudinal
		Descriptivo	
		Correlación	
	De laboratorio	Explicativo	Experimental-Longitudinal
		Correlación	Experimental-Longitudinal
Finalidad	Básica	Exploratorio	
		Descriptivo	No experimental-transversal y longitudinal
		Correlación	
	Aplicada	Explicativo	Experimental-Longitudinal
Temporalidad	Ex post facto	Exploratorio	No experimental-transversal y longitudinal
		Descriptivo	
		Correlación	
		Explicativo	

Fuente: Elaboración propia

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Estudio del Trabajo

Definición Conceptual: El estudio del trabajo analiza la actividad del trabajador para conocer su método de trabajo actual, eliminando o modificando el método inadecuado o excesivo, estableciendo un tiempo apropiado para el desarrollo de dicha actividad. (Kanawaty, 1996, p. 9).

Definición Operacional: El estudio del trabajo busca la manera más óptima para mejorar el servicio de la empresa Adan Car E.I.R.L, mediante la aplicación del estudio de métodos y estudio de tiempos, a través de la toma de tiempos por cronómetro y la técnica de observación.

El estudio del trabajo está dividido en: el estudio de los métodos de trabajo y medición del trabajo.

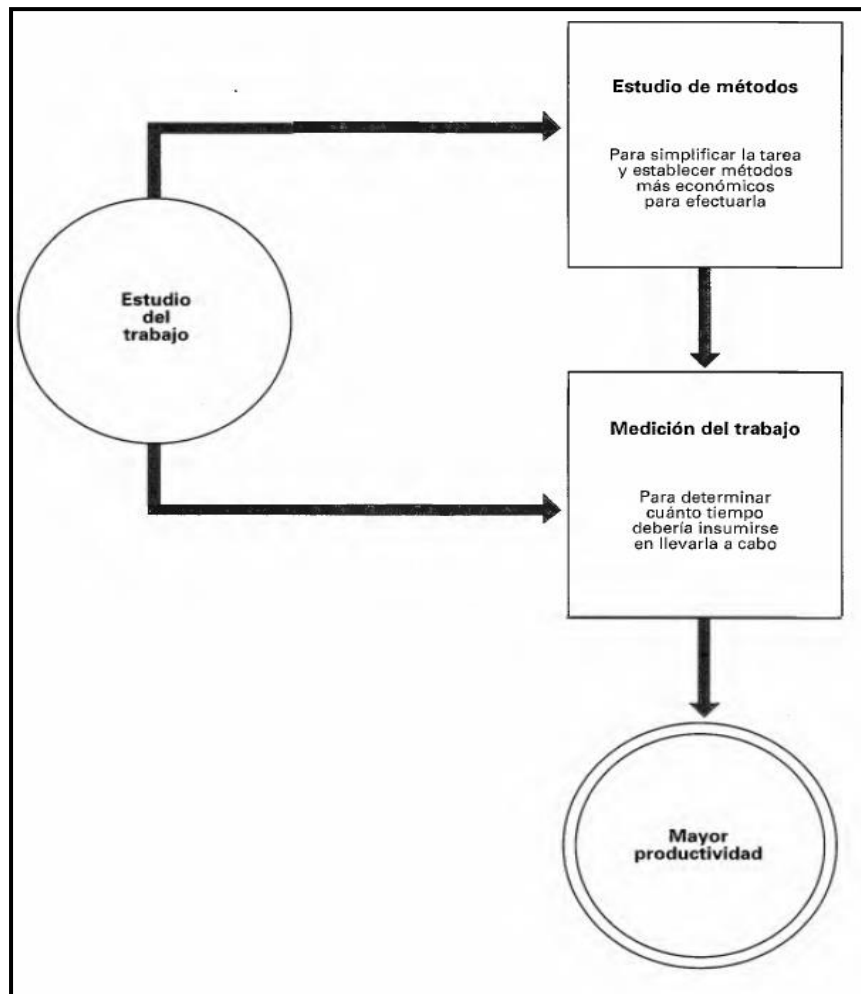


Figura 1: Dimensiones del Estudio del Trabajo

Fuente: Kanawaty, 1996. p.20

Dimensión 1: Estudio de métodos

Las empresas ahora buscan solucionar sus problemas de productividad mediante métodos simples de fácil aplicación que ayuden a lograr resultados favorables sin gastar demasiado en métodos extensos donde se tengan que hacer monitoreos y capacitaciones contantes. El estudio de los métodos de trabajo es una herramienta que puede aplicarse en todas partes sin importar el rubro, por su sencillez y poca inversión, pero promete exactitud en sus resultados, teniendo como propósito reducir operaciones que no son necesarias. (Nayakappa, 2016, p.351)

Para conocer el método actual del trabajador, se debe analizar y registrar de forma interrelacionada el trabajo que realiza, con el fin de mejorarlo siguiendo los

siguientes pasos: Seleccionar, registrar, examinar, desarrollar, evaluar, definir, instalar y mantener. (Uday, 2017, p. 50)

El estudio de métodos permite simplificar el trabajo excesivo del operario, eliminando movimientos innecesarios de algún material o mano de obra, reemplazando métodos actuales por otros mejores. (Kanawaty, 1996, p. 152)

El diagrama de operaciones de un proceso (DOP) sirve para visualizar la secuencia de actividades que realiza un operario, logrando conocer los problemas que existen dentro del proceso. (Álvarez, 2005, p. 106)

El diagrama de actividades del proceso (DAP) sirve para registrar las actividades que se realiza en una operación, atribuyéndole a cada una el tiempo que se demora. De esta manera se puede analizar si existe tiempos improductivos en el proceso.

Indicador: Índice de actividades que agregan valor (%)

Fórmula:

$$I.A = \frac{(\sum AV - \sum ANV)}{\sum AV}$$

Leyenda:

I.A: Índice de actividades que agregan valor (%)

$\sum AV$: Suma de todas las actividades (unid.)

$\sum ANV$: Suma de las actividades que no agregan valor (unid.)

Escala: Razón

Dimensión 2: Estudio de tiempos

Es necesario un cronómetro para hacer la medición del tiempo para el método actual, siguiendo los cálculos de tiempo estándar y el tiempo normal del puesto de trabajo. (Srinath, 2016, p. 671)

Permite conocer el tiempo que necesita un operario ya sea por lo experimentado que es o no, haciendo uso de las herramientas requeridas, trabajos en tiempo normal y condiciones ambientales comunes para el desarrollo de sus actividades. (Palacios, 2016, p. 239)

El análisis de los tiempos es una herramienta que sirve para conocer el tiempo con el que se efectúa una tarea, para optimizarlo y evitar los tiempos perdidos. (Ruíz, 2017, p.291)

Para la toma de tiempos, existen dos tipos de cronometraje: El primero es el acumulativo, que en este caso el reloj no se detiene durante todo el estudio, es decir que se pone en marcha a la primera actividad y se detiene en la última del proceso, apuntando la hora de inicio que marcó el cronómetro y también al final del estudio. Los tiempos de cada una de las actividades se obtendrán realizando las restas respectivas luego de que acabe el estudio. (Kanawaty, 1996, p. 301)

Por el contrario, el cronometraje vuelta cero, vuelve el segundero del cronómetro a 0 cuando acaba cada actividad y se pone en marcha de forma inmediata para cronometrar la siguiente actividad; por ello, el mecanismo del reloj no se debe detener. (Kanawaty, 1996, p. 302)

El tiempo estándar es el tiempo que demora un trabajador en realizar una tarea bajo condiciones normales, principalmente para conocer su desempeño y evitar aquellos eventos que pueden interferir negativamente en el trabajo. (Medina, 2017, p. 34)

El tiempo normal se refiere al tiempo que requiere un operario para realizar las actividades con velocidad estándar sin demoras en el proceso. Es el tiempo líquido sin necesidad de tiempos improductivos. (Bravo, 2018, p. 7)

Indicador: Tiempos estándar.

Fórmula:

$$TS = TN \times (1 + S)$$

Leyenda:

TS: Tiempo Estándar (%)

TN: Tiempo Normal (min)

S: Suplementos (%)

Escala: Razón

Variable Dependiente: Productividad

Definición Conceptual: Es la relación entre los productos/servicios realizados e insumos utilizados. (Kanawaty, 1996, p. 4)

Definición Operacional: Mediante la eficiencia y la eficacia podemos medir la productividad del proceso de pintado de vehículos livianos A1 de la empresa Adan Car E.I.R.L.

Adicionalmente, los **tipos de productividad** que existen son los siguientes:

Productividad laboral: Se denomina así a los productos/servicios realizados por hora y al incremento o disminución del rendimiento de estos.

Productividad total de los factores: Al rendimiento que puede ser elevado o bajo, dependiendo de los factores que pueden intervenir en la producción como: trabajo, capital, conocimientos, tecnología y eficiencia.

Productividad marginal: Variación experimentada del insumo, solo cuando se incrementa en uno de los factores que intervienen en la producción.

A su vez, los **factores de productividad** son dos y son los siguientes:

Factores duros: producto/servicio, planta y equipo, materiales y energía y tecnología.

Factores blandos: personas, estilos de dirección, organización y sistemas y métodos de trabajos.

Dimensión 1: Eficiencia

Es la adecuada forma de utilizar recursos dentro de una empresa. (Baca, 2014, p. 86)

Involucra dos indicadores fundamentales: La creación de algún bien tangible o intangible, y los recursos que se utilizaron para realizarlo. (Fidias, 2017, p. 79)

Indicador: Eficiencia.

Fórmula:

$$ITu = \frac{Tu}{Te}$$

Leyenda:

ITu: Índice de tiempo utilizado (%)

Tu: Tiempo utilizado del trabajador (min)

Te: Tiempo esperado del trabajador (min)

Escala: Razón

Dimensión 2: Eficacia

La eficacia se centra en el cumplimiento de objetivos y en realizar las cosas de forma correcta creando valores enfocados al cliente. (Sánchez, 2014, p. 73)

Se refiere al grado de cumplir los objetivos que se propone el área de trabajo sin considerar los recursos empleados, ya que lo que interesa es realizarlo de la mejor manera. (Cassinelli, 2014, p.129)

Indicador: Eficacia.

Fórmula:

$$ISr = \frac{Sr}{Sp}$$

Leyenda:

ISr: Índice de servicios realizados (%)

Sr: Servicios de pintado realizados (unid.)

Sp: Servicios de pintado programados (unid.)

Escala: Razón

Seguidamente, se tiene la matriz de Operacionalización y la matriz de coherencia en donde describimos detalladamente. (Ver anexo 33 y 34)

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis Población

Según Bernal (2010), la población debe hacerse a partir de los siguientes términos: elementos, unidades de muestreo, alcance y tiempo. (p. 160)

Según Hernández (2014), la población agrupa los casos que tienen relación con determinadas cualidades. (p. 174)

La población será el proceso de pintado de vehículos livianos A1.

Criterio de inclusión: El estudio de pre-test se realizará en un periodo de 25 días en el mes de noviembre 2019 y sólo se considerarán las horas que demora el proceso de pintado de vehículos al día; es decir de 5.15 horas ya que en el taller se dedican a múltiples tareas; de igual manera, solo se está tomando en cuenta 6 días a la semana.

Criterio de exclusión: No se está considerando los domingos, tampoco las horas de refrigerio de 1 hora al día.

Muestra

Según Carrasco (2019), es la parte o fragmento representativo de la población. (p. 237)

Según Bernal (2010), la muestra constituye una parte de la población, para obtener información y desarrollar el estudio. (p. 161)

La muestra será igual a la población; es decir, nos enfocaremos en el proceso de pintado de vehículos livianos A1.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica:

Para la recolección de datos e información en la empresa Adan Car E.I.R.L, aplicamos la observación.

- **Observación**

Según Carrasco (2019), la observación es el proceso organizado para la obtención, recopilación y registro de datos en base a la experiencia o la observación de los hechos de un objeto en específico, un suceso, un acontecimiento o conducta humana cuya finalidad es procesarlo para luego convertirlo en información. (p. 282)

Según Bernal (2010), mediante la observación podemos obtener información directa y confiable, pero con la condición de que sea mediante un proceso sistemático y controlado. (p. 194)

Instrumentos de recolección de datos:

Según Hernández (2014), es la elaboración de procedimientos detallados para lograr la recolección de datos con un fin específico. (p. 198).

Según Bernal (2010), la recopilación de datos implica seguir una serie de pasos cuya finalidad es responder a los objetivos y comprobación de la hipótesis. (p. 194)

- **Fichas de registro de tomas de tiempos:**

Según Ríos (2017), estas registran los datos observados para organizar lo percibido. (p. 105)

- **Formato para el estudio de tiempos:**

Se utilizaron para calcular el tiempo estándar en el proceso de pintado de vehículos.

- **Tablas para calcular la eficiencia, eficacia y productividad:**

Para calcular la eficiencia, eficacia y productividad se llevó a cabo un seguimiento de 25 días, tomando en cuenta sólo el tiempo que se demora el trabajador en pintar el vehículo; es decir, 5.15 horas trabajadas al día.

- **Tablas de registro de diagramas de operaciones y actividades del proceso:**

Para registrar las operaciones y actividades en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 se emplearon tablas de registro para su análisis y evaluación.

- **Tablas de diagrama bimanual:**

Las tablas de diagrama bimanual nos ayudarán a registrar las tareas manuales en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 para su análisis y evaluación.

- **Cronómetro**

Según Palacios (2016), el cronómetro permite conocer el tiempo en minutos que una persona calificada debe de realizar en una tarea específica y que trabaja a una marcha normal. (p. 254)

Validez

Según Carrasco (2019), la validez se mide bajo pruebas contundentes, exactas y auténticas sobre lo que se quiere medir de las variables. (p. 336)

Para validar los instrumentos se presentó ante juicio de expertos, entregándose al Ingeniero Jaime Molina Vílchez, con especialidad en Ingeniería Industrial; Mary Laura Delgado Montés, con especialidad en Gestión de Procesos y Operaciones; y Margarita Egusquiza Rodríguez, con especialidades en Gestión de Operaciones y Gestión de la Calidad. Siendo validados bajo la aprobación de cada uno en la cual evaluaron aspectos importantes de los indicadores. (Ver anexo 50)

Confiabilidad

Según Carrasco (2019), es la particularidad de un instrumento de medición para lograr resultados de forma precisa sin alterar sus datos a pesar de aplicarse una o dos veces al mismo grupo en diferentes tiempos. (p. 339).

Para nuestro de proyecto de investigación se utilizaron como instrumento las tablas de registro donde se recolectaron datos verídicos de la empresa, además de la aprobación del jefe del taller. (Ver anexo 51) Además de un cronómetro digital marca Q&Q para medir los tiempos, con su ficha técnica y certificado de calibración pre-test y post-test. (Ver anexo 85, 86, 87)

3.5. Procedimientos

En esta oportunidad se presenta la realidad de la empresa previa a la aplicación de la herramienta, para observar cómo se va ejecutar dichas propuestas e implementar dichas tareas, con el fin de buscar soluciones, por ende, se van a revelar resultados en la presente investigación.

Actividades de la empresa

Descripción:

Adan Car E.I.R.L es una empresa del sector comercio automotriz, siendo uno de sus principales servicios el mantenimiento de automóviles livianos A1, tales como el pintado de vehículos, la venta de autopartes, fabricación e instalación de seguros y protectores para autos, servicios de plastificado y remaches, ventas de cintas reflectoras e implementos para revisiones, señalizaciones y stickers, placas autoadhesivas y extintoras, teniendo como principales marcas más populares para su comercialización: Nissan, Toyota, Hyundai, Mitsubishi, Kia, Volkswagen.

Está ubicada en la Av. Tomas Valle N°2115 (Cruce con Av. Próceres), distrito de San Martín de Porres, fundada el 09 de junio del año 2015 por la señora Giovanna Juscamayta Candia. (Ver anexo 35)

- Razón Social: Adan Car E.I.R.L
- Tipo: Empresa Individual con Responsabilidad Limitada
- RUC: 20600441567
- Dirección: Av. Tomas Valle N°2115 (Cruce con Av. Próceres)
- Departamento: Lima, Perú
- Provincia: Lima
- Distrito: San Martín de Porres

Aspectos estratégicos

- **Misión:**

Ofrecer servicios automotrices con calidad y eficiencia a nuestros clientes, cuidando hasta el último detalle en todo lo que hacemos, atendiendo a sus necesidades con profesionalismo.

- **Visión:**

Posicionarnos como empresa líder en los servicios automotrices a nivel regional para el año 2023, reconocidos por brindar servicios de alta calidad, eficiencia y compromiso con nuestros clientes.

- **Valores**

Honestidad

Compromiso

Respeto

Integridad

Responsabilidad

Trabajo en equipo

- **Código de ética**

Adan Car E.I.R.L, brinda servicios automotrices de calidad, eficiencia, orientados al cumplimiento de las necesidades de sus clientes, todo ello de la mano con el respeto, trabajo en equipo, con el apoyo mutuo de cada uno de nuestros trabajadores; comprometiéndonos al cuidado del ambiente y la sociedad en general.

Organigrama de la Empresa

La persona encargada de la dirección de la empresa es la Sr. Giovanna Juscamayta C.

- El encargado de supervisar las actividades dentro de la empresa y coordinar los diferentes servicios del día está a cargo del jefe de taller, el Sr. Alejandro Adan; además de realizar el servicio de pintado de vehículos livianos A1.
- La persona encargada de las ventas estará a cargo de la Sr. Janeisy Adan, cuya finalidad es realizar los tratos con los clientes, la distribución y venta de los servicios automotrices.
- En la administración se encuentra la Sta. Pamela Adan, quien verifica los planeamientos de la empresa y realiza seguimientos al cumplimiento de los servicios.

Finalmente, se tiene el organigrama estructural de la empresa Adan Car E.I.R.L. (Ver anexo 36)

Mapa de Procesos

Como Procesos Estratégicos tenemos a la Dirección Estratégica de la empresa a cargo de la Sra. Giovanna Juscamayta C.,

Los Procesos Misionales describen paso por paso cómo se debe llevar a cabo el pintado de vehículos livianos A1, desde que éste es recepcionado en el área de pintado hasta que es entregado al dueño. Para ello, se siguen los siguientes pasos:

Primero, se recepciona la orden de trabajo, función que se encarga el jefe de taller, Alejandro Adan; luego, se procede a realizar una planificación del servicio de pintado a cargo de la Sta. Pamela Adan y la Sr. Janeisy Adan; seguidamente se

verifican si la cantidad de plantillas es la correcta al igual que el corte, acción que realiza nuevamente el jefe de taller, el Sr Alejandro Adan para seguidamente efectuar el pintado del vehículo. Luego es revisado para verificar si existen imperfecciones, cerciorándose de que todo está correctamente pintado, para luego ser entregado al dueño. Finalmente, los procesos que brindan soporte al proceso de pintado, está conformado por ventas y administración. (Ver anexo 37)

Descripción del proceso de la empresa y del área a aplicar

Flujograma

El flujograma nos da un panorama más detallado del proceso de pintado de vehículos livianos A1 en Adan Car E.I.R.L.

Por ejemplo, podemos visualizar de manera más detallada las acciones a realizar cuando no hay plantillas disponibles, al igual que la verificación del vehículo cuando éste ya ha sido pintado hasta que es entregado al cliente. (Ver anexo 38)

Objeto de estudio

Nuestra investigación será el proceso de pintado de vehículos livianos A1 realizado en Adan Car E.I.R.L, ya que es el que más ingresos económicos ha generado en la empresa debido a la gran demanda registrada; además, este proceso tiene como característica principal el pintado de placas tal y como se observa a continuación.



Figura 2: Pintado de placas de vehículos livianos A1

Fuente: Elaboración propia

- **Tipos de placa de pintado**

Pintado de franjas de rastreo: Se sitúan en los lados laterales del vehículo.

Pintado de franjas grandes: Son las placas más grandes y por lo general se sitúan en la parte frontal y lateral del vehículo.

Pintado de franjas de código: Son las placas donde figuran los códigos del vehículo para su localización.

Pintado de capot: Principalmente ubicado en la parte frontal del vehículo.

Pintado de franjas de alquiler: Son las placas donde figuran los teléfonos de alquiler del vehículo, al igual que el nombre de la empresa. (Ver anexo 39)

Clientes o mercado objetivo

Los principales clientes y más importantes que generan impacto económico en la empresa Adan Car E.I.R.L, son los siguientes:

- 1) LAM MOTORS S.A.C, dedicada a la venta y alquiler de vehículos que brindan servicios de taxi.

Los servicios que le brinda la empresa Adan Car E.I.R.L, son los mostrados a continuación:

- Pintado de placas
- Seguros y protectores para autos

- 2) PINEDA AUTOMOTRIZ S.A.C, se dedica al planchado y pintura, y mantenimiento de vehículos.

Los servicios que le ofrece la empresa ADAN CAR E.I.R.L, son los mostrados a continuación:

- Venta de autopartes
- Pintado de placas

- 3) NORTH GRUAS S.A.C, dedicada a brindar servicios exclusivos para SEDAPAL.

Los servicios que le brinda la empresa ADAN CAR E.I.R.L, son los mostrados a continuación:

- Mantenimiento de vehículos
- Seguro y protectores para autos
- Publicidad en vinil (laterales con logo de sedapal)

Adan Car E.I.R.L se encuentra ubicada en una zona comercial frente a la avenida próceres, tiene gran acogida por parte de los vehículos que transitan por esa avenida, por ello una parte de sus clientes son personas que se dedican al servicio de taxi o que requieran mantenimiento a sus vehículos que pasaron por los alrededores del local de la empresa.

Volumen del negocio

Datos históricos de la empresa Adan Car E.I.R.L, en los meses de agosto, setiembre y octubre, determinan que el servicio con elevado porcentaje de ventas es el pintado de autos livianos A1, que representa el 43% del total de los servicios que existen en dicha sede. Por esta razón se tomará como estudio este servicio para disminuir los costos de producción, reprocesos y otros aspectos internos de la empresa tales como baja productividad, ineficiencia, ineficacia, entre otros. (Ver anexo 40)

Recursos de producción

Recurso Humano: Para realizar el pintado de vehículos ligeros A1, es necesario la participación del recurso humano, ya que el proceso es manual y requiere de personal que conozca tanto de pintado de vehículos, como del uso correcto de la compresora y el soplete.

Mano de obra directa: La persona a cargo del pintado de vehículos es el Sr. Alejandro Adan, dueño del taller automotriz; por lo tanto, él es la mano de obra directa, dependiendo de ello para alcanzar los objetivos y metas para dicho proceso. (Ver anexo 41)

Mano de obra indirecta: Por otro lado, tenemos a la mano de obra indirecta que no interfieren de manera particular en el proceso de pintado y que en este caso está conformado por la Sta. Pamela Adan, a cargo de la administración y la Sra. Janeisy Adan de ventas. (Ver anexo 42)

Recursos de Maquinaria

Los equipos y materiales necesarios para el pintado de vehículos livianos A1 en la empresa Adan Car E.I.R.L son los siguientes:

Equipos:

Compresora: Su función principal es incrementar la presión de un fluido, ideales para el pintado de vehículo.

Soplete: El soplete es parte fundamental y complementaria de la compresora, es el que contendrá la pintura. (Ver anexo 43)

Materiales:

Imán: Es un material indispensable para sostener las plantillas ya que se adhieren al vehículo sin dificultad.

Tijeras: Son indispensables para cortar la cartulina dúplex calibre 12, y darle la forma característica que se requiere para el pintado

Waype: Indispensables para limpiar las zonas del vehículo que presenten partículas de polvo que pueden estropear el pintado.

Cartulina dúplex Calibre 12: Material especial que resiste la humedad de la pintura.

Brocha: Se utiliza para realizar el mezclado homogéneo de la pintura.

Potes vacíos: Son utilizados para contener la pintura al igual que para su mezcla. (Ver anexo 44)

Recurso tiempo

El tiempo que se requiere para el proceso de pintado de vehículos ligeros A1 es de 5.15 horas trabajadas.

Horario Lunes a viernes: Inicia a partir de las 9:45am hasta las 4:00pm sin contar la hora de refrigerio (1:00pm a 2:00pm). (Ver anexo 45)

Horarios de Sábados: Inicia a trabajar a las 9:00am hasta las 3:15pm sin contar el horario de refrigerio (12:15pm a 1:15pm). (Ver anexo 46)

Recurso espacio físico

Distribución de planta:

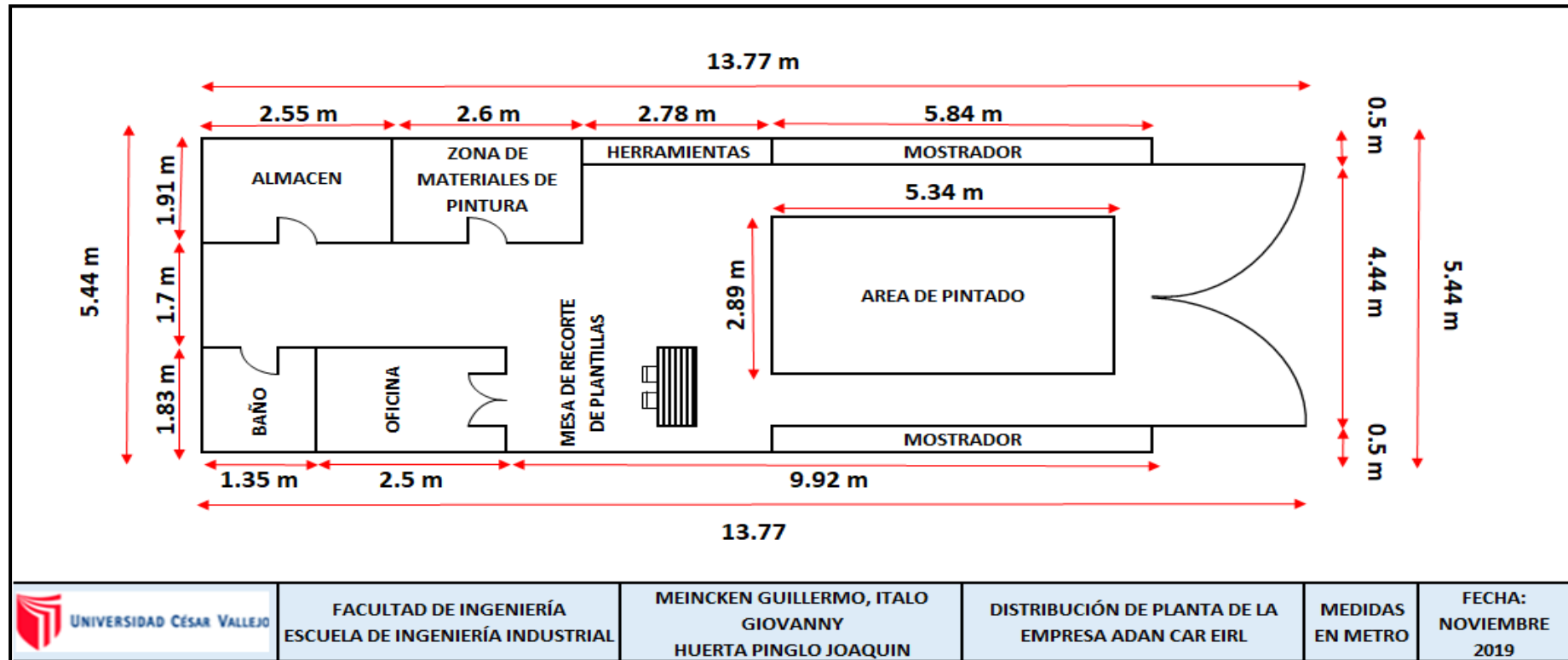


Figura 3: Distribución de Planta de Adan Car E.I.R.L

Fuente: Elaboración propia

La distribución de planta de Adan Car E.I.R.L, muestra el proceso de pintado de vehículos livianos A1 y abarca la totalidad del taller, por lo que no se escogerá un área en específico para su estudio.

Descripción de los Procesos Productivos

Adan Car E.I.R.L, cuenta con los siguientes procesos productivos para el pintado de vehículos ligeros A1:

1. Limpiar superficie de carro

En esta operación, el maestro pintor realiza el limpiado de la superficie del carro para reducir en lo más mínimo partículas de polvo que puedan interferir o estropear el pintado del vehículo.

2. Recortar plantillas

En este proceso se cortan las cartulinas dúplex calibre 12 con ayuda de una tijera, de acuerdo a las placas que el cliente requiere.

3. Armar plantillas sobre auto

En esta operación se coloca las plantillas en la superficie del carro sosteniéndolos con imán en cada parte destinada a pintar, para lograr una mejor precisión.

4. Mezclar pintura y thinner

Luego se procede a mezclar la pintura con el thinner en un frasco pequeño para luego ser colocarlo en el soplete.

5. Pintado lateral izquierdo

En esta operación se procede a pintar la parte lateral izquierda del vehículo con ayuda de la compresora.

6. Pintado lateral derecho

En esta operación se procede a pintar la parte lateral derecha del vehículo con ayuda de la compresora.

7. Pintado superior

En esta operación se procede a pintar la parte superior del vehículo con ayuda de la compresora.

8. Pintado frontal

En esta operación se procede a pintar la parte frontal del vehículo con ayuda de la compresora.

9. Pintado posterior

En esta operación se procede a pintar la parte posterior del vehículo con ayuda de la compresora.

10. Limpiar vehículo

Después del pintado del vehículo y sus partes, la operación final es limpiar por completo la superficie del carro donde se ha pintado para darle un buen aspecto brillante.

Seguidamente, realizamos el diagrama de operaciones del proceso para el pintado de vehículos A1, observando que hay 10 operaciones en el proceso de pintado. Cabe resaltar que estos resultados son antes de la mejora y cada operación será evaluada para lograr determinar aquellas que no son necesarias o repetitivas y que pueden ser eliminadas.

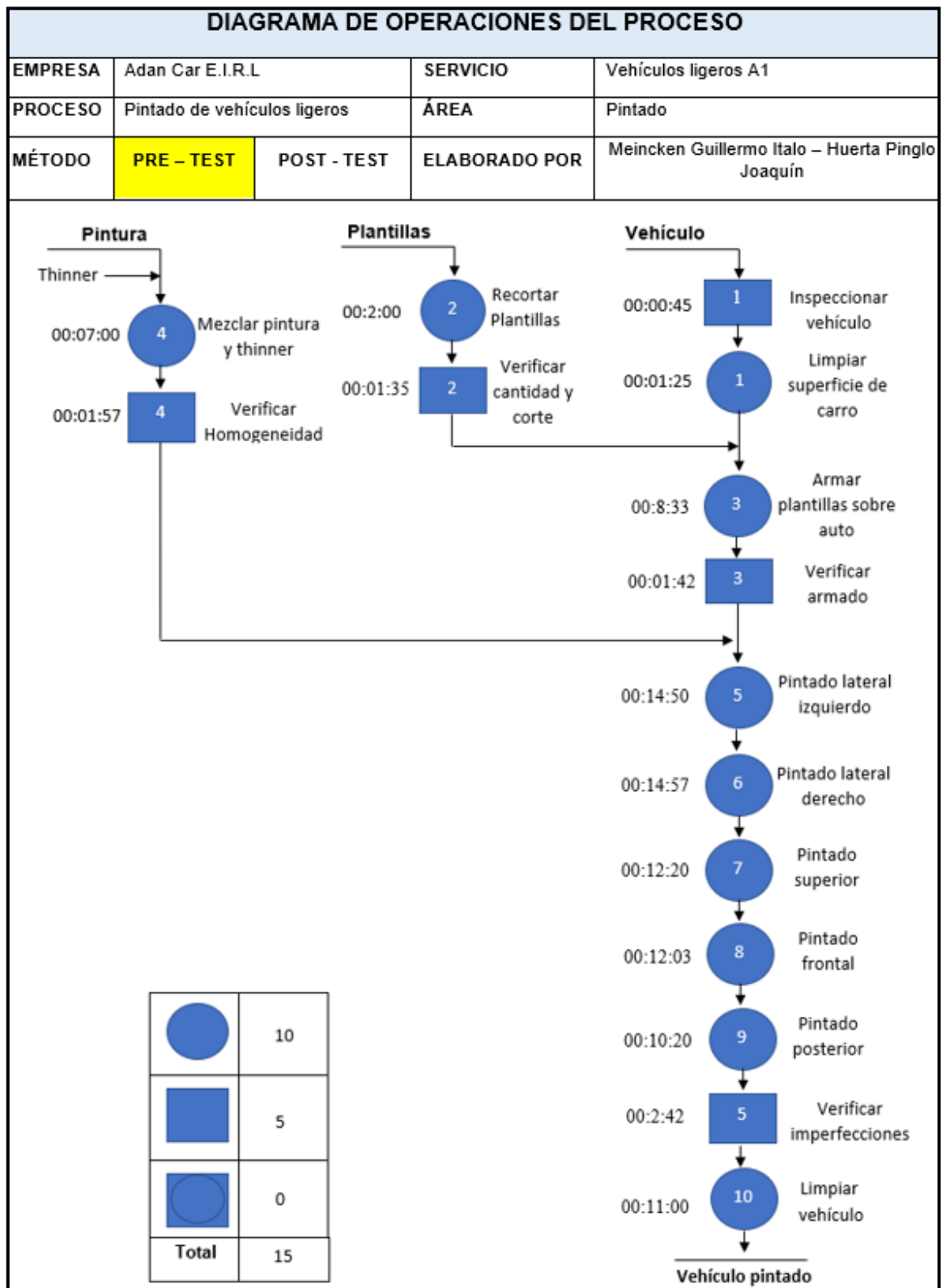

























































Figura 4: Diagrama de Operaciones del proceso de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre-test)

Fuente: Elaboración propia

Para un correcto análisis se desarrolló un Diagrama de Actividades del proceso de pintado de vehículos livianos A1, el cual se puede visualizar a continuación:

Tabla 2: Diagrama de Actividades del proceso de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre test)

Diagrama de Actividades de Procesos (DAP)													
Proceso:		Pintado de Vehículos Livianos					Fecha:		Nov-19				
Elaborado por:		Italo Giovanni Meincken Guillermo - Joaquín Huerta Pinglo					Empresa:		Adan Car E.I.R.L				
Área:		Pintado					Servicio:		Pintado de vehículos livianos A1				
Método:		PRE - TEST		POST - TEST			Aprobado por:		Alejandro Adan Ramos				
Nº	Operación	Descripción de la Actividad						Distancia (m)	Tiempo (min)	VALOR		Observaciones	
										SI	NO		
1	Inspeccionar vehículo	Revisar estado de superficie del carro							00:00:42	x			
2	Limpiar superficie de carro	Ir al área de materiales de pintura						4	00:00:35		x		
3		Seleccionar waype para limpieza							00:00:15		x		
4		Trasladar waype al area de pintado						4	00:00:14		x		
5		Posicionarse a zona de pintado						1	00:00:04		x		
6		Limpiar superficie de carro								00:00:44	x		
7		Verificar limpieza de carro								00:00:25	x		
8	Recortar plantillas	Ir al área de materiales de pintura						4	00:00:14		x		
9		Seleccionar cartulina duplex calibre 12							00:00:07		x		
10		Trasladar cartulina duplex calibre 12 a la mesa de recorte de plantilla						3	00:00:15		x		
11		Recortar plantillas								00:01:55	x		
12	Verificar cantidad y corte	comprobar cantidad de plantillas requeridas							00:01:02	x			
13		verificar la calidad del corte de plantillas							00:00:42	x			
14	Armar plantillas sobre auto	Seleccionar plantillas recortadas							00:00:08		x		
15		Posicionarse al lateral izquierdo del auto						2	00:00:20		x		
16		Armar plantilla a lateral izquierdo del auto							00:01:36	x			
17		colocar iman sobre plantilla a lateral izquierdo							00:00:54	x			
18		Posicionarse al lateral derecho del auto						2	00:00:07		x		
19		Armar plantilla a lateral derecho del auto							00:01:35	x			
20		colocar iman sobre plantilla a lateral derecho							00:00:52	x			
21		Posicionarse a lado superior de auto						1	00:00:04		x		
22		Armar plantilla a lado superior del auto							00:01:41	x			
23		colocar iman sobre plantilla a lado superior							00:00:52	x			
24		Posicionarse a lado frontal de auto						1	00:00:07		x		
25		Armar plantilla a lado frontal del auto							00:01:35	x			
26	colocar iman sobre plantilla a lado frontal							00:00:52	x				
27	Verificar Armado	Posicionarse a lado posterior de auto						2	00:00:08		x		
28		Armar plantilla a lado posterior del auto							00:01:40	x			
29		colocar iman sobre plantilla a lado posterior							00:00:51	x			
30		Comprobar correcto armado de plantilla lateral izquierdo							00:00:36	x			
31		Comprobar correcto armado de plantilla lateral derecho							00:00:32	x			
32		Comprobar correcto armado de lado superior de auto							00:00:32	x			
33		Comprobar correcto armado de lado frontal de auto							00:00:33	x			
34		Comprobar correcto armado de lado posterior de auto							00:00:36	x			
35		Mezclar pintura y thinner	Volver al area de materiales de pintura						4	00:00:14		x	
36			Seleccionar pote pintura							00:00:06		x	
37	Seleccionar thinner								00:00:06		x		
38	Seleccionar pote grande vacio para mezcla								00:01:15		x		
39	Seleccionar brocha pequeña para mezcla								00:00:06		x		
40	Trasladar pintura, pote vacio, brocha y thinner a la mesa de recorte de plantilla							3	00:00:25		x		
41	Mezclar pintura y thinner		Ir al almacen						4	00:00:16		x	
42			seleccionar compresora							00:00:10		x	
43			Seleccionar soplete							00:00:10		x	
44			Trasladar soplete a mesa de recorte de plantilla						4	00:00:16		x	
45			Trasladar compresora a area de pintado						5	00:00:35		x	
46			Encender compresora							00:02:25	x		
47			ir a mesa de recorte de plantillas						2	00:00:10		x	
48			verter thinner y pintura en pote vacio							00:00:24	x		
49			Mezclar manualmente la pintura y thinner con brocha pequeña							00:02:25	x		
50	Verter mezcla a soplete							00:01:30	x				

51	Verificar homogeneidad	Comprobar mezcla uniforme de thinner y pintura						00:01:21	x		
52	Pintado lateral izquierdo	Trasladar soplete al area de pintado				2		00:00:10		x	
53		Colocar soplete a compresora						00:01:24	x		
54		Posicionarse a lateral izquierdo de auto				2		00:00:07		x	
55		Sujetar plantilla manualmente						00:00:35	x		
56	Pintado lateral derecho	Pintar zona seleccionada						00:17:55	x		
57		Posicionarse a lateral derecho de auto				2		00:00:10		x	
58		Sujetar plantilla manualmente						00:00:34	x		
59	Pintado Superior	Pintar zona seleccionada						00:17:53	x		
60		Posicionarse a lado superior de auto				1		00:00:04		x	
61		Sujetar plantilla manualmente						00:00:35	x		
62	Pintado frontal	Pintar zona seleccionada						00:16:25	x		
63		Posicionarse a lado frontal de auto				1		00:00:23		x	
64		Sujetar plantilla manualmente						00:00:36	x		
65	Pintado posterior	Pintar zona seleccionada						00:16:35	x		
66		Posicionarse a lado posterior de auto				2		00:00:08		x	
67		Sujetar plantilla manualmente						00:00:34	x		
68	Verificar Imperfecciones	Pintar zona seleccionada						00:16:20	x		
69		Comprobar correcto pintado de lateral izquierdo de auto						00:00:36	x		
70		Comprobar correcto pintado de lateral derecho de auto						00:00:39	x		
71		Comprobar correcto pintado de lado superior de auto						00:00:35	x		
72		Comprobar correcto pintado de lado frontal de auto						00:00:39	x		
73	Limpiar vehiculo	Comprobar correcto pintado de lado posterior de auto						00:00:40	x		
74		Ir a la zona de materiales de pintura				4		00:00:14		x	
75		Seleccionar waype						00:00:08		x	
76		Trasladar waype al area de pintado				4		00:00:14		x	
77		Pulido de zona pintada						00:12:15	x		
TOTAL:			32	16	24	5	0	64	01:77:04	43	34

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el diagrama de actividades del proceso que el pintado de vehículos livianos A1, cuenta con 77 actividades, 32 operaciones, 16 inspecciones, 24 transportes y 5 esperas, con un recorrido de 64 metros para realizar dicho proceso; por otro lado, de las 77 actividades mencionadas solo 43 agregan valor y 34 las que no agregan valor.

Por lo tanto, se procederá a reemplazar la fórmula de nuestra dimensión estudio de métodos, el cual indica lo siguiente:

$$IA = \frac{(\sum Av - \sum Anv)}{\sum Av}$$

IA: Índice de actividades que agregan valor (%).

$\sum Av$: Suma de todas las actividades (unid.)

$\sum Anv$: Suma de todas las actividades que no agregan valor (unid.)

Reemplazamos:


$$IA = \frac{(77 - 34)}{77}$$

$$IA = 0.56 \times 100 = 56\%$$

Eso quiere decir que el 44% de actividades tienen tiempos innecesarios que no agregan valor al proceso de pintado de vehículos livianos A1 de la empresa Adan Car E.I.R.L, siendo uno de nuestros principales objetivos, eliminarlos o reducirlos.

Después de analizar las operaciones y cada una de sus actividades, se procederá a realizar los Diagramas Bimanuales solo de las operaciones que producen problemas en el proceso de pintado de vehículos ligeros A1. Para la representación de los diagramas bimanuales estos están vinculados con el diagrama de operaciones (figura 4), donde se puede observar aquellas operaciones con más demoras en el proceso, el cual se puede evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 3: Diagrama bimanual – operación 5: Pintado lateral izquierdo (noviembre 2019 Pre-test)


DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS A1					
METODO	PRE - TEST	POST - TEST	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado lateral izquierdo				
LUGAR	Area de pintado				
FECHA	Nov-19				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete			➡	⬇	espera
coge soplete			●	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a coger compresora
sostiene soplete			▼	●	coge compresora
se dirige a ajustar soplete a compresora			➡	▼	sostiene compresora
ajusta soplete a compresora			●	●	ajusta soplete a compresora
coge el soplete ensamblado			●	⬇	Espera
se dirige a zona de pintado			➡	⬇	espera
sostiene soplete ensamblado			▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete ensamblado			▼	●	presiona plantillas
pinta zona seleccionada			●	●	presiona plantillas
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I		M.D
●			4		4
➡			3		2
⬇			0		4
▼			4		1
TOTAL			11		11

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla, la operación pintado lateral izquierdo, produce problemas en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 y que, mediante el uso de la mano izquierda y mano derecha del trabajador, se registraron 22 movimientos, de las cuales 8 son operaciones, 5 traslados, 4 demoras y 5 en sostener.

Seguidamente, se procede a presentar la siguiente operación que genera demoras y que según el Diagrama de Operaciones (figura 4), es el pintado lateral derecho.

Tabla 4: Diagrama bimanual – operación 6: Pintado lateral derecho (noviembre 2019 Pre-test)


Diagrama Bimanual del Proceso de Pintado de Vehículos Livianos A1					
Metodo	Pre - Test	Post - Test	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado lateral derecho				
LUGAR	Area de pintado				
FECHA	Nov-19				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete			➡	⬇	espera
coge soplete			●	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a coger manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	coge manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	Extender manguera de aire
Se dirige a zona de pintado			➡	➡	Se dirige a zona de pintado
Sostiene soplete			▼	⬇	Espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete			▼	●	presionar plantillas
pinta zona seleccionada			●	●	presiona plantillas
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I		M.D
●			2		4
➡			2		3
⬇			0		3
▼			6		0
TOTAL			10		10

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla, la operación pintado lateral derecho, produce problemas en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 y que, mediante el uso de la mano izquierda y mano derecha del trabajador, se registraron 20 movimientos, de las cuales 6 son operaciones, 5 traslados, 3 demoras y 6 en sostener.

Seguidamente, se procede a presentar la siguiente operación que genera demoras y que según el Diagrama de Operaciones (figura 4), es el pintado superior.

Tabla 5: Diagrama bimanual – operación 7: Pintado superior (noviembre 2019 Pre-test)


DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS A1				
METODO	PRE - TEST	POST - TEST	Disposicion del lugar de trabajo	
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L			
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1			
OPERACIÓN	Pintado superior			
LUGAR	Area de pintado			
FECHA	Nov-19			
Descripcion mano izquierda		Símbolos		Descripcion mano derecha
		M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete		➡	⬇	espera
coge soplete		●	⬇	espera
sostiene soplete		▼	➡	se dirige a coger manguera de aire
sostiene soplete		▼	●	coge manguera de aire
sostiene soplete		▼	●	Extender manguera de aire
Se dirige a zona de pintado		➡	▼	sostiene manguera de aire
pinta zona seleccionada		●	▼	sostiene manguera de aire
RESUMEN				
MÉTODO		ACTUAL		
		M.I	M.D	
●		2	2	
➡		2	1	
⬇		0	2	
▼		3	2	
TOTAL		7	7	

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla, la operación pintado superior, que produce problemas en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 y que, mediante el uso de la mano izquierda y mano derecha del trabajador, se registraron 14 movimientos, de las cuales 4 son operaciones, 3 traslados, 2 demoras y 5 en sostener.

Seguidamente, se procede a presentar la siguiente operación que genera demoras y que según el Diagrama de Operaciones (figura 4), es el pintado frontal.

Tabla 6:Diagrama bimanual – operación 8: Pintado frontal (noviembre 2019 Pre-test)


Diagrama Bimanual del Proceso de Pintado de Vehículos Livianos A1					
Metodo	Pre - Test	Post - Test	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado frontal				
LUGAR	Área de pintado				
FECHA	Nov-19				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete			➡	⬇	espera
coge soplete			●	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a coger manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	coge manguera de aire
Se dirige a zona de pintado			➡	➡	se dirige a zona de pintado
sostiene soplete			▼	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete			▼	●	presiona planillas
pinta zona seleccionada			●	●	presiona plantillas
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I		M.D
●			2		3
➡			2		3
⬇			0		3
▼			5		0
TOTAL			9		9

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla, la operación pintado frontal, produce problemas en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 y que, mediante el uso de la mano izquierda y mano derecha del trabajador, se registraron 18 movimientos, de las cuales 5 son operaciones, 5 traslados, 3 demoras y 5 en sostener.

Seguidamente, se procede a presentar la siguiente operación que genera demoras y que según el Diagrama de Operaciones (figura 4), es el pintado posterior.

Tabla 7: Diagrama bimanual – operación 8: Pintado posterior (noviembre 2019 Pre-test)

Diagrama Bimanual del Proceso de Pintado de Vehículos Livianos A1					
Metodo	Pre - Test	Post - Test	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado posterior				
LUGAR	Área de pintado				
FECHA	Nov-19				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete			➡	⬇	espera
coge soplete			●	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a coger manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	coge manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	Extender manguera de aire
Se dirige a zona de pintado			➡	➡	Se dirige a zona de pintado
sostiene soplete			▼	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete			▼	●	presiona plantillas
pintar zona seleccionada			●	●	presiona plantillas
RESUMEN					
MÉTODO			ACTUAL		
			M.I		M.D
●			2		4
➡			2		3
⬇			0		3
▼			6		0
TOTAL			10		10

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla, la operación pintado posterior, produce problemas en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 y que, mediante el uso de la mano izquierda y mano derecha del trabajador, se registraron 20 movimientos, de las cuales 6 son operaciones, 5 traslados, 3 demoras y 6 en sostener.

En la siguiente figura podemos apreciar el Diagrama de Recorrido del pintado del vehículo, desde que éste ingresa al taller y es inspeccionado, hasta su limpieza final para ser entregado al cliente; para ello, hemos asignando el área de trabajo con la trayectoria de sus actividades para dicho proceso.

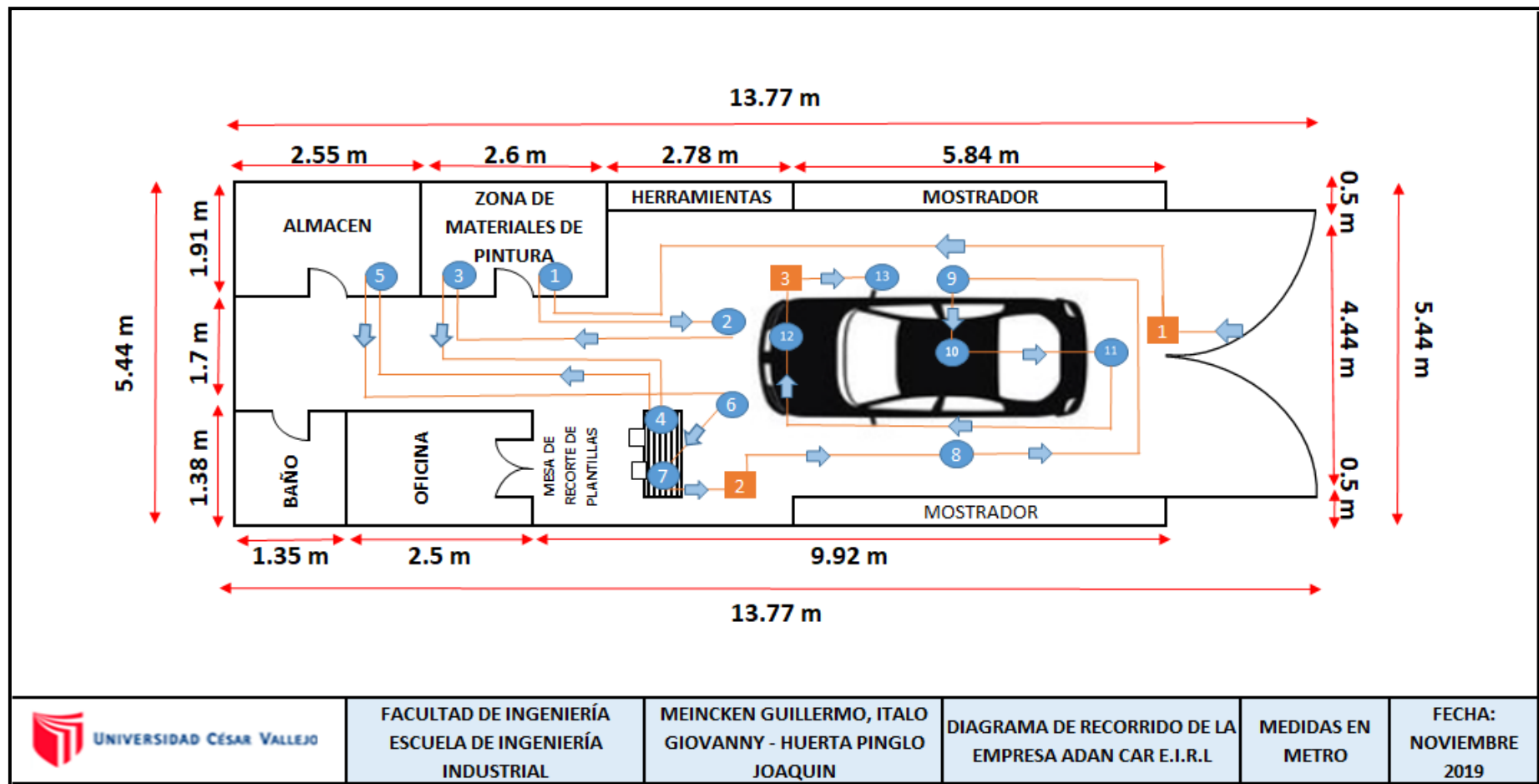


Figura 5: Diagrama de recorrido del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre-test)

Fuente: Elaboración propia

Datos antes de la implementación (PRE-TEST)

En este punto realizamos un estudio de tiempos para el proceso de pintado de vehículos livianos A1 de la empresa Adan Car E.I.R.L, con una toma de tiempos de 30 tiempos observados del mes de noviembre lo que nos permitió conocer cuánto es el tiempo promedio que se tarda el trabajador en realizar cada operación, representados en segundos y luego convertidos en minutos para seguidamente, calcular las muestras y finalmente hallar el tiempo estándar.

Tabla 8: Registro de toma de tiempos (noviembre 2019 Pre-test) – Segundos

TOMA DE TIEMPOS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS																																		
N°	OPERACIONES	EMPRESA			Adan Car E.I.R.L																AREA			Pintado										
		MÉTODO			PRE - TEST								POST-TEST								PROCESO			Pintado de vehículos Livianos										
		ELABORADO POR			MEINCKEN GUILLERMO ITALO GIOVANNY - HUERTA PINGLO JOAQUIN																SERVICIO			Vehículos Livianos A1										
		TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS EN SEGUNDOS																																
		To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	To11	To12	To13	To14	To15	To16	To17	To18	To19	To20	To21	To22	To23	To24	To25	To26	To27	To28	To29	To30	Promedio		
Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg				
1	Inspeccionar vehículo	27	26	27	25	27	26	28	26	27	28	27	28	26	27	26	28	27	27	26	25	25	27	25	26	25	26	27	26	26	26.47			
2	Limpiar superficie de vehículo	75	80	80	82	81	79	79	80	83	80	80	85	81	79	83	78	82	82	80	79	80	82	78	81	82	78	81	81	71	82	80.13		
3	Recortar plantillas	120	115	105	110	110	111	112	118	117	115	114	113	112	111	117	119	113	114	115	116	116	117	115	113	112	111	117	130	112	119	114.63		
4	Verificar cantidad y corte	81	84	87	85	89	87	88	87	89	85	83	84	89	81	85	83	81	81	89	83	83	83	89	81	80	81	80	83	81	81	84.10		
5	Amar plantillas sobre auto	500	510	520	540	500	560	510	510	520	530	550	560	500	560	520	540	560	560	560	510	540	510	560	510	520	510	530	520	550	510	529.33		
6	Verificar armado	82	90	85	85	90	87	90	85	87	90	85	90	85	85	85	89	90	90	90	82	90	85	90	85	90	85	90	90	90	85	87.40		
7	Mezclar pintura y thinner	420	430	440	430	450	430	420	440	460	450	450	460	440	430	450	460	470	430	430	440	440	460	470	480	420	430	450	460	460	450	445.00		
8	Verificar homogeneidad	70	75	72	70	71	70	75	70	71	70	75	76	71	70	76	71	75	75	71	75	71	71	71	71	71	71	76	74	70	75	72.33		
9	Pintado lateral izquierdo	889	890	865	879	892	820	930	890	890	800	896	895	800	890	810	807	893	890	800	810	895	810	820	890	890	896	805	890	890	897	863.97		
10	Pintado lateral derecho	890	892	863	877	892	830	935	890	890	805	900	894	800	888	812	805	898	890	800	810	900	820	820	885	895	900	810	900	890	900	866.03		
11	Pintado superior	807	893	890	800	810	895	810	820	890	890	896	805	890	890	897	890	892	863	877	892	820	935	890	890	805	900	894	800	888	812	864.37		
12	Pintado frontal	810	900	820	820	885	890	900	810	900	890	900	890	892	863	877	892	820	935	890	890	805	900	894	800	888	812	805	898	890	800	865.53		
13	Pintado posterior	890	810	807	893	890	800	810	895	810	820	890	890	896	805	890	890	897	889	890	865	879	892	820	930	890	890	800	896	895	800	863.97		
14	Verificar imperfecciones	145	137	140	150	145	150	142	138	149	142	150	140	150	140	142	145	140	150	145	140	145	140	150	140	140	150	150	142	140	150	144.23		
15	Limpiar vehículo	700	710	760	700	710	700	740	730	760	700	750	700	700	730	700	750	750	740	760	730	750	730	700	700	730	730	760	740	760	728.33			
Tiempo total (Seg)		6506	6642	6561	6546	6642	6535	6669	6589	6743	6495	6846	6710	6532	6649	6571	6645	6789	6816	6624	6548	6639	6660	6594	6681	6639	6669	6444	6751	6793	6547	6635.83		
Tiempo total (Min)		108.43	110.70	109.35	109.10	110.70	108.92	111.15	109.82	112.38	108.25	114.10	111.83	108.87	110.82	109.52	110.75	113.15	113.60	110.40	109.13	110.65	111.00	109.90	111.35	110.65	111.15	107.40	112.52	113.22	109.12	110.60		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Registro de toma de tiempos (noviembre 2019 Pre-test) – Minutos

TOMA DE TIEMPOS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS																																
N°	OPERACIONES	EMPRESA	Adan Car E.I.R.L																		AREA	Pintado										
		MÉTODO	PRE - TEST									POST - TEST									PROCESO	Pintado de vehículos Livianos										
		ELABORADO POR	MEINCKEN GUILLERMO ITALO GIOVANNY - HUERTA PINGLO JOAQUÍN																		SERVICIO	Vehículos Livianos A1										
		TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS																														
		To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	To11	To12	To13	To14	To15	To16	To17	To18	To19	To20	To21	To22	To23	To24	To25	To26	To27	To28	To29	To30	Promedio
Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min		
1	Inspeccionar vehiculo	0.4500	0.4333	0.4500	0.4167	0.4500	0.4333	0.4667	0.4333	0.4500	0.4667	0.4500	0.4667	0.4333	0.4500	0.4500	0.4333	0.4667	0.4500	0.4500	0.4333	0.4167	0.4167	0.4500	0.4167	0.4333	0.4167	0.4333	0.4500	0.4333	0.4333	0.44
2	Limpiar superficie de vehiculo	1.2500	1.3333	1.3333	1.3667	1.3500	1.3167	1.3167	1.3333	1.3833	1.3333	1.3333	1.4167	1.3500	1.3167	1.3833	1.3000	1.3667	1.3667	1.3333	1.3167	1.3333	1.3667	1.3000	1.3500	1.3667	1.3000	1.3500	1.3500	1.1833	1.3667	1.34
3	Recortar plantillas	2.0000	1.9167	1.7500	1.8333	1.8333	1.8500	1.8667	1.9667	1.9500	1.9167	1.9000	1.8833	1.8667	1.8500	1.9500	1.9833	1.8833	1.9000	1.9167	1.9333	1.9333	1.9500	1.9167	1.8833	1.8667	1.8500	1.9500	2.1667	1.8667	1.9833	1.91
4	Verificar cantidad y corte	1.3500	1.4000	1.4500	1.4167	1.4833	1.4500	1.4667	1.4500	1.4833	1.4167	1.3833	1.4000	1.4833	1.3500	1.4167	1.3833	1.3500	1.3500	1.4833	1.3833	1.3833	1.3833	1.4833	1.3500	1.3333	1.3500	1.3333	1.3833	1.3500	1.3500	1.40
5	Armar plantillas sobre auto	8.3333	8.5000	8.6667	9.0000	8.3333	9.3333	8.5000	8.5000	8.6667	8.8333	9.1667	9.3333	8.3333	9.3333	8.6667	9.0000	9.3333	9.3333	9.3333	8.5000	9.0000	8.5000	9.3333	8.5000	8.6667	8.5000	8.8333	8.6667	9.1667	8.5000	8.82
6	Verificar armado	1.3667	1.5000	1.4167	1.4167	1.5000	1.4500	1.5000	1.4167	1.4500	1.5000	1.4167	1.5000	1.4167	1.4167	1.4167	1.4833	1.5000	1.5000	1.5000	1.3667	1.5000	1.4167	1.5000	1.4167	1.5000	1.4167	1.5000	1.5000	1.5000	1.4167	1.46
7	Mezclar pintura y thinner	7.0000	7.1667	7.3333	7.1667	7.5000	7.1667	7.0000	7.3333	7.6667	7.5000	7.5000	7.6667	7.3333	7.1667	7.5000	7.6667	7.8333	7.1667	7.1667	7.3333	7.3333	7.6667	7.8333	8.0000	7.0000	7.1667	7.5000	7.6667	7.6667	7.5000	7.42
8	Verificar homogeneidad	1.1667	1.2500	1.2000	1.1667	1.1833	1.1667	1.2500	1.1667	1.1833	1.1667	1.2500	1.2667	1.1833	1.1667	1.2667	1.1833	1.2500	1.2500	1.1833	1.2500	1.1833	1.1833	1.1833	1.1833	1.1833	1.1833	1.2667	1.2333	1.1667	1.2500	1.21
9	Pintado lateral izquierdo	14.8167	14.8333	14.4167	14.6500	14.8667	13.6667	15.5000	14.8333	14.8333	13.3333	14.9333	14.9167	13.3333	14.8333	13.5000	13.4500	14.8833	14.8333	13.3333	13.5000	14.9167	13.5000	13.6667	14.8333	14.8333	14.9333	13.4167	14.8333	14.8333	14.9500	14.40
10	Pintado lateral derecho	14.8333	14.8667	14.3833	14.6167	14.8667	13.8333	15.5833	14.8333	14.8333	13.4167	15.0000	14.9000	13.3333	14.8000	13.5333	13.4167	14.9667	14.8333	13.3333	13.5000	15.0000	13.6667	13.6667	14.7500	14.9167	15.0000	13.5000	15.0000	14.8333	15.0000	14.43
11	Pintado superior	13.4500	14.8833	14.8333	13.3333	13.5000	14.9167	13.5000	13.6667	14.8333	14.8333	14.9333	13.4167	14.8333	14.8333	14.9500	14.8333	14.8667	14.3833	14.6167	14.8667	13.6667	15.5833	14.8333	14.8333	13.4167	15.0000	14.9000	13.3333	14.8000	13.5333	14.41
12	Pintado frontal	13.5000	15.0000	13.6667	13.6667	14.7500	14.8333	15.0000	13.5000	15.0000	14.8333	15.0000	14.8333	14.8667	14.3833	14.6167	14.8667	13.6667	15.5833	14.8333	14.8333	13.4167	15.0000	14.9000	13.3333	14.8000	13.5333	13.4167	14.9667	14.8333	13.3333	14.43
13	Pintado posterior	14.8333	13.5000	13.4500	14.8833	14.8333	13.3333	13.5000	14.9167	13.5000	13.6667	14.8333	14.8333	14.9333	13.4167	14.8333	14.8333	14.9500	14.8167	14.8333	14.4167	14.6500	14.8667	13.6667	15.5000	14.8333	14.8333	13.3333	14.9333	14.9167	13.3333	14.40
14	Verificar imperfecciones	2.4167	2.2833	2.3333	2.5000	2.4167	2.5000	2.3667	2.3000	2.4833	2.3667	2.5000	2.3333	2.5000	2.3333	2.3667	2.4167	2.3333	2.5000	2.4167	2.3333	2.4167	2.3333	2.5000	2.3333	2.3333	2.5000	2.5000	2.3667	2.3333	2.5000	2.40
15	Limpiar vehiculo	11.6667	11.8333	12.6667	11.6667	11.8333	11.6667	12.3333	12.1667	12.6667	11.6667	12.5000	11.6667	11.6667	12.1667	11.6667	12.5000	12.5000	12.3333	12.6667	12.1667	12.5000	12.1667	11.6667	11.6667	12.1667	12.1667	12.1667	12.6667	12.3333	12.6667	12.14
Tiempo total (Min)		108.43	110.7	109.35	109.10	110.7	108.92	111.15	109.82	112.38	108.25	114.10	111.83	108.87	110.82	109.52	110.75	113.15	113.60	110.40	109.13	110.65	111.00	109.90	111.35	110.65	111.15	107.40	112.52	113.22	109.12	110.60
Tiempo total (Horas)		1.81	1.85	1.82	1.82	1.85	1.82	1.85	1.83	1.87	1.80	1.90	1.86	1.81	1.85	1.83	1.85	1.89	1.89	1.84	1.82	1.84	1.85	1.83	1.86	1.84	1.85	1.79	1.88	1.89	1.82	1.84

Fuente: Elaboración propia

Se observa en las tablas 7 y 8, el registro de los tiempos observados para cada operación del proceso de pintado, y para ello se tuvo que convertir los tiempos de segundos a minutos para el cálculo del tiempo estándar, por ejemplo:

Limpiar superficie de vehículo: 80.13 segundos = 80.13/60 = 1.34 minutos

Se puede observar también, que el mayor tiempo se encuentra en el tiempo observado 11 con 114.10 minutos, y como menor tiempo se tiene al tiempo observado 10 con 108.25 minutos del proceso de pintado de vehículos A1.

Al efectuar una comparación de entre ambos tiempos, se tiene una diferencia de 5.85 minutos, por lo tanto, se requiere aplicar un estudio de métodos.

Tabla 10: Cálculo del número de muestras del proceso de pintado de vehículos livianos (noviembre 2019 Pre-test)

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS				
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L		ÁREA	Pintado
MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	PROCESO	Pintado de vehículos Livianos
ELABORADO POR:	Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin		SERVICIO	Vehículos Livianos A1
ITEM	OPERACIÓN	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$
1	Inspeccionar vehículo	13.23	5.84	2
2	Limpiar superficie de vehículo	40.07	53.57	2
3	Recortar plantillas	57.32	109.66	2
4	Verificar cantidad y corte	42.05	59.02	2
5	Armar plantillas sobre auto	264.67	2338.78	3
6	Verificar armado	43.70	63.72	2
7	Mezclar pintura y thinner	222.50	1652.31	2
8	Verificar homogeneidad	36.17	43.64	2
9	Pintar lateral izquierdo	431.98	6234.10	4
10	Pintado lateral derecho	433.02	6263.80	4
11	Pintado superior	432.18	6239.88	4
12	Pintado frontal	432.77	6256.74	4
13	Pintado posterior	431.98	6234.10	4
14	Verificar imperfecciones	72.12	173.53	2
15	Limpiar vehículo	364.17	4424.81	2
			Total:	41

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla, se aplicó la fórmula de tamaño de muestra desarrollada por Kanawaty, donde se calculó el número de muestras necesarias para cada operación en el proceso de pintado de vehículos livianos A1; a su vez, esto permitirá obtener el tiempo estándar de dicho proceso.

Las muestras obtenidas se calcularon mediante los tiempos iniciales en minutos de cada operación del proceso de pintado, en el mes de noviembre 2019.

Tabla 11: Cálculo promedio del número de muestras del proceso de pintado de vehículos livianos (noviembre 2019 Pre-test)

CÁLCULO DEL PROMEDIO DE NÚMERO DE MUESTRAS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS						
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L			ÁREA		Pintado
MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST		PROCESO		Pintado de vehículos Livianos
ELABORADO POR:	Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin			SERVICIO		Vehiculos Livianos A1
ITEM	OPERACIÓN	NUMERO DE MUESTRAS				PROMEDIO
		1	2	3	4	
1	Inspeccionar vehículo	0.45	0.43			0.44
2	Limpiar superficie de vehículo	1.25	1.33			1.29
3	Recortar plantillas	2.00	1.92			1.96
4	Verificar cantidad y corte	1.35	1.40			1.38
5	Armar plantillas sobre auto	8.33	8.50	8.67		8.50
6	Verificar armado	1.37	1.50			1.43
7	Mezclar pintura y thinner	7.00	7.17			7.08
8	Verificar homogeneidad	1.17	1.25			1.21
9	Pintado lateral izquierdo	14.82	14.83	14.42	14.65	14.68
10	Pintado lateral derecho	14.83	14.87	14.38	14.62	14.68
11	Pintado superior	13.45	14.88	14.83	13.33	14.13
12	Pintado frontal	13.50	15.00	13.67	13.67	13.96
13	Pintado posterior	14.83	13.50	13.45	14.88	14.17
14	Verificar imperfecciones	2.42	2.28			2.35
15	Limpiar vehículo	11.67	11.83			11.75
Total:						109.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 podemos ver el cálculo del promedio de número de muestras, donde fueron evaluadas cada una de sus operaciones según formula de tamaño de muestra de Kanawaty; a su vez podemos observar que fueron 4 el máximo de muestras y 2 el mínimo.

Finalmente, se realiza el cálculo del tiempo estándar del proceso de pintado de vehículos livianos A1, visualizado en la siguiente tabla:

Tabla 12: Cálculo de tiempo estándar (noviembre 2019 Pre-test)

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS													
ITEM	OPERACIÓN	EMPRESA		Adan Car E.I.R.L				ÁREA		Pintado			
		MÉTODO		PRE-TEST		POST-TEST		PROCESO		Pintado de vehículos Livianos			
		ELABORADO POR		Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin				SERVICIO		Vehículos Livianos A1			
		TIPO DE OPERACIÓN	PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO	WESTINGHOUSE				1+ FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS		1+ SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
H	E			CD	CS	C	V						
1	Inspeccionar vehículo	Inspección	0.44	-0.10	-0.04	-0.03	0.01	0.84	0.37	0.05	0.02	1.07	0.40
2	Limpiar superficie de vehículo	Manual	1.29	-0.05	-0.04	0.00	0.01	0.92	1.19	0.09	0.02	1.11	1.32
3	Recortar plantillas	Manual	1.96	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.97	1.90	0.09	0.02	1.11	2.11
4	Verificar cantidad y corte	Verificación	1.38	-0.10	-0.04	-0.03	0.00	0.83	1.14	0.09	0.06	1.15	1.31
5	Armar plantillas sobre auto	Manual	8.50	-0.10	0.00	-0.03	0.00	0.87	7.40	0.05	0.02	1.07	7.91
6	Verificar armado	Verificación	1.43	-0.10	-0.04	-0.03	0.01	0.84	1.20	0.09	0.02	1.11	1.34
7	Mezclar pintura y thinner	Manual	7.08	-0.05	-0.04	-0.03	0.01	0.89	6.30	0.05	0.02	1.07	6.75
8	Verificar homogeneidad	Verificación	1.21	-0.10	-0.04	-0.03	0.01	0.84	1.02	0.09	0.02	1.11	1.13
9	Pintado lateral izquierdo	Manual - Equipo	14.68	-0.10	0.02	-0.03	0.00	0.89	13.06	0.09	0.07	1.16	15.15
10	Pintado lateral derecho	Manual - Equipo	14.68	-0.10	0.02	-0.03	0.00	0.89	13.06	0.09	0.07	1.16	15.15
11	Pintado superior	Manual - Equipo	14.13	-0.10	0.02	-0.03	0.00	0.89	12.57	0.09	0.07	1.16	14.58
12	Pintado frontal	Manual - Equipo	13.96	-0.10	0.02	-0.03	0.00	0.89	12.42	0.09	0.07	1.16	14.41
13	Pintado posterior	Manual - Equipo	14.17	-0.10	0.02	-0.03	0.00	0.89	12.61	0.09	0.07	1.16	14.63
14	Verificar imperfecciones	Verificación	2.35	-0.10	-0.04	-0.03	0.01	0.84	1.97	0.09	0.02	1.11	2.19
15	Limpiar vehículo	Manual	11.75	-0.05	-0.04	-0.03	0.01	0.89	10.46	0.09	0.04	1.13	11.82
			109.00						96.68	Total tiempo (min):			110.19

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la productividad actual (Pre-Test)

Se realiza la estimación de las unidades programadas del proceso de pintado de vehículos livianos A1. Para ello, calcularemos la capacidad instalada.

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Tiempo laborable c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 13: Cálculo de la capacidad instalada (noviembre 2019 Pre-test)

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/TRAB. (min)	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA O TEÓRICA
1	309	110.19	3

Fuente: Elaboración propia

Teóricamente se pintan 3 vehículos livianos A1. Luego se realiza el cálculo de unidades usando la fórmula:

$$\text{Servicios Esperados} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

Para el factor de valoración se consideraron los siguientes datos en la siguiente tabla:

Tabla 14: Cálculo del factor de valoración

MOTIVO	VALOR
% Reprocesos	-20.00%
% Tardanza	-5.00%
Factor Valoración	75.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Cálculo de servicio esperado pintado de vehículos por día (noviembre 2019 Pre-test)

CANTIDAD DE SERVICIO ESPERADO PINTADO DE VEHICULOS POR DÍA		
CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA O TEÓRICA	FACTOR VALORACIÓN	SERVICIOS ESPERADOS
3	75%	2

Fuente: Elaboración propia

Entonces, tenemos que los servicios esperados son 2 vehículos pintados por día. Teniendo los servicios esperados por día y el tiempo estándar, calculamos el tiempo

esperado del trabajador con la siguiente formula que también es empleada para calcular la eficiencia:

$$\textit{Tiempo Esperado del trab.} = N^{\circ} \textit{ de trabajadores} \times \textit{Tiempo labora c/trab}$$

Para este cálculo, evaluamos el tiempo que demora el trabajador solo en el proceso de pintado de vehículo, que consta de 5 horas y 15 minutos diarias convertidos en minutos equivalentes a 309 minutos y multiplicado por el número de trabajadores que es 1.

Tabla 16: Cálculo de tiempo esperado del trabajador (noviembre 2019 Pre-test)

CÁLCULO DE TIEMPO ESPERADO DEL TRABAJADOR		
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/TRAB. (min)	TIEMPO ESPERADO DEL TRABAJADOR (min)
1	309	309

Fuente: Elaboración propia

Luego, se halla el tiempo utilizado del trabajador, utilizando la siguiente fórmula:

$$\textit{Tiempo Utilizado del trab.} = \textit{Servicios diarios} \times \textit{Tiempo estándar.}$$

Tabla 17: Cálculo de tiempo utilizado del trabajador

CÁLCULO DE TIEMPO UTILIZADO DEL TRABAJADOR		
SERVICIOS DIARIOS	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	TIEMPO UTILIZADO DEL TRABAJADOR (min)
2	110.19	232

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar, con los resultados obtenidos anteriormente y datos brindados por el dueño del taller, se procede a realizar la evaluación de la productividad. En la siguiente tabla podremos observar los datos de productividad del proceso de pintado de vehículos livianos A1 de Adan Car E.I.R.L, en el mes de noviembre 2019:

Tabla 18: Cálculo de Eficiencia, Eficacia y Productividad (noviembre 2019 Pre-test)

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS A1							
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L			MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	
ELABORADO POR	Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin			PROCESO	Pintado de Vehiculos livianos		
INDICADOR	LEYENDA		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICIENCIA	Itu: Índice de tiempo utilizado (%) Tu: Tiempo utilizado del trabajador (min) Te: Tiempo esperado del trabajador (min)		Observación	Cronómetro/Ficha de registro		$ITU=\frac{Tu}{Te}x100\%$	
EFICACIA	ISr: Índice de servicios realizados (%) Sr: Servicios de pintado realizados (unid.) Sp: Servicios de pintado programados (unid.)		Observación	Cronómetro/Ficha de registro		$ISr=\frac{Sr}{Sp}x100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Eficiencia y eficacia		Observación	Cronómetro/Ficha de registro		$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$	
FECHAS TRABAJADAS (2019)	A	B	C	D	E=B/A	F=D/C	G=E x F
	TIEMPO ESPERADO DEL TRABAJADOR (min)	TIEMPO UTILIZADO DEL TRABAJADOR (min)	SERVICIOS DE PINTADO PROGRAMADOS (unid.)	SERVICIOS DE PINTADO REALIZADOS (unid.)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
2-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
4-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
5-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
6-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
7-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
8-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
9-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
11-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
12-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
13-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
14-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
15-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
16-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
18-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
19-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
20-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
21-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
22-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
23-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
25-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
26-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
27-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
28-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
29-Nov	309	103	2	1	33%	50%	17%
30-Nov	309	206	2	2	67%	100%	67%
TOTAL	7725	4120	50	40	53%	80%	47%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de las causas (PRE-TEST)

Luego, se presentan solo las causas principales identificadas en el Diagrama de Pareto.

Causa 1: Método de trabajo incorrecto

El método de trabajo actual para llevar a cabo el pintado de vehículos livianos de la empresa Adan Car E.I.R.L, genera tiempos improductivos. Esto se debe a que existen movimientos innecesarios, distribución inadecuada de los materiales y equipos, y trabajo empírico.

Causa 2: Tiempos improductivos

Se puede evidenciar en el Diagrama de Actividades del proceso (DAP), que existen actividades que no agregan valor al proceso de pintado de vehículos livianos A1 a consecuencia de tiempos improductivos equivalentes a 44% del total de actividades; por lo tanto, esto recae en una baja productividad en la empresa Adan Car E.I.R.L.

Causa 3: Distribución inadecuada

Dentro de la empresa existen recorridos innecesarios por el personal, visualizado en el diagrama de recorrido, evidenciándose cruces entre las zonas de pintado lo que ocasiona un excesivo recorrido entre las operaciones.

Evaluación de los reprocesos (PRE-TEST)

Para calcular los reprocesos en el servicio de pintado de vehículos livianos A1, se tuvo que realizar un diagrama de Gantt para registrar todos los vehículos que han sido pintados en el mes de noviembre del 2019, entre servicios de pintado realizados y reprocesos. Adicionalmente, se realizó un cuadro de motivos mostrando que las plantillas mal posicionadas y recortadas, y la escasa pintura, generan reprocesos en el proceso de pintado; visualizados en el anexo 47.

En total se pintaron 40 vehículos de los cuales, 10 tuvieron reprocesos, lo que significa que en el mes de noviembre la cantidad de reprocesos es un 20%.

Tabla 19: Diagrama de Gantt servicios de pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre test)

SERVICIOS DE PINTADO DE VEHÍCULO LIVIANOS A1																														
NOVIEMBRE DEL 2019																														
N°	VEHICULOS	TIEMPO																												
		SEM 1					SEM 2					SEM 3					SEM 4					SEM 5								
		V	S	L	M	Mi	J	V	S	L	M	Mi	J	V	S	L	M	Mi	J	V	S	L	M	Mi	J	V	S			
		1	2	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30			
1	Placa de auto D7U-084																													
2	Placa de auto ACA-285																													
3	Placa de auto F5W-625																													
4	Placa de auto AHG-160																													
5	Placa de auto ANT-695																													
6	Placa de auto ABQ-590																													
7	Placa de auto F5Z-237																													
8	Placa de auto F5Z-112																													
9	Placa de auto APS-472																													
10	Placa de auto D2D-422																													
11	Placa de auto AMF-472																													
12	Placa de auto ANV-114																													
13	Placa de auto D2T-112																													
14	Placa de auto AEY-125																													
15	Placa de auto ALS-475																													
16	Placa de auto ADE-286																													
17	Placa de auto AFD-019																													
18	Placa de auto ARF-372																													
19	Placa de auto ARE-402																													
20	Placa de auto AJR-214																													
21	Placa de auto F7W-460																													
22	Placa de auto D1F-383																													
23	Placa de auto ANT-695																													
24	Placa de auto ARG-046																													
25	Placa de auto C3M-204																													
26	Placa de auto COJ-181																													
27	Placa de auto D3Q-211																													
28	Placa de auto ALQ-688																													
29	Placa de auto ABQ-065																													
30	Placa de auto D2S-492																													
31	Placa de auto BAV-428																													
32	Placa de auto F5X-697																													
33	Placa de auto B9I-630																													
34	Placa de auto ADF-157																													
35	Placa de auto ARE-552																													
36	Placa de auto AHG-107																													
37	Placa de auto ALR-634																													
38	Placa de auto ATB-475																													
39	Placa de auto D2D-422																													
40	Placa de auto ASL-476																													






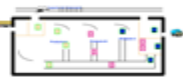
Fuente: Elaboración Propia

Los cuadrantes de color verde indican los servicios de pintado realizados, los rojos representan los reprocesos y el plomo significa los días no laborables por feriado.

Propuesta de mejora

En base a los datos en la pre test y la información recopilada e identificada de las causas de la baja productividad en Adan Car E.I.R.L, se proponen las siguientes alternativas de solución, de igual forma se realiza un Diagrama de Gantt donde se explica el periodo de tiempo que tardará en realizar las actividades que se van a seguir para implementar la propuesta y el presupuesto.

Tabla 20: Alternativas de solución de las principales causas

CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	
Método de trabajo incorrecto		E S T U D I O D E L T R A B A J O	Estudio de métodos 
Tiempos improductivos			Estudio de tiempos 
Distribución inadecuada			Diagrama Bimanual y Distribución de planta 

Fuente: Elaboración propia

Cronograma de Actividades del Proyecto:

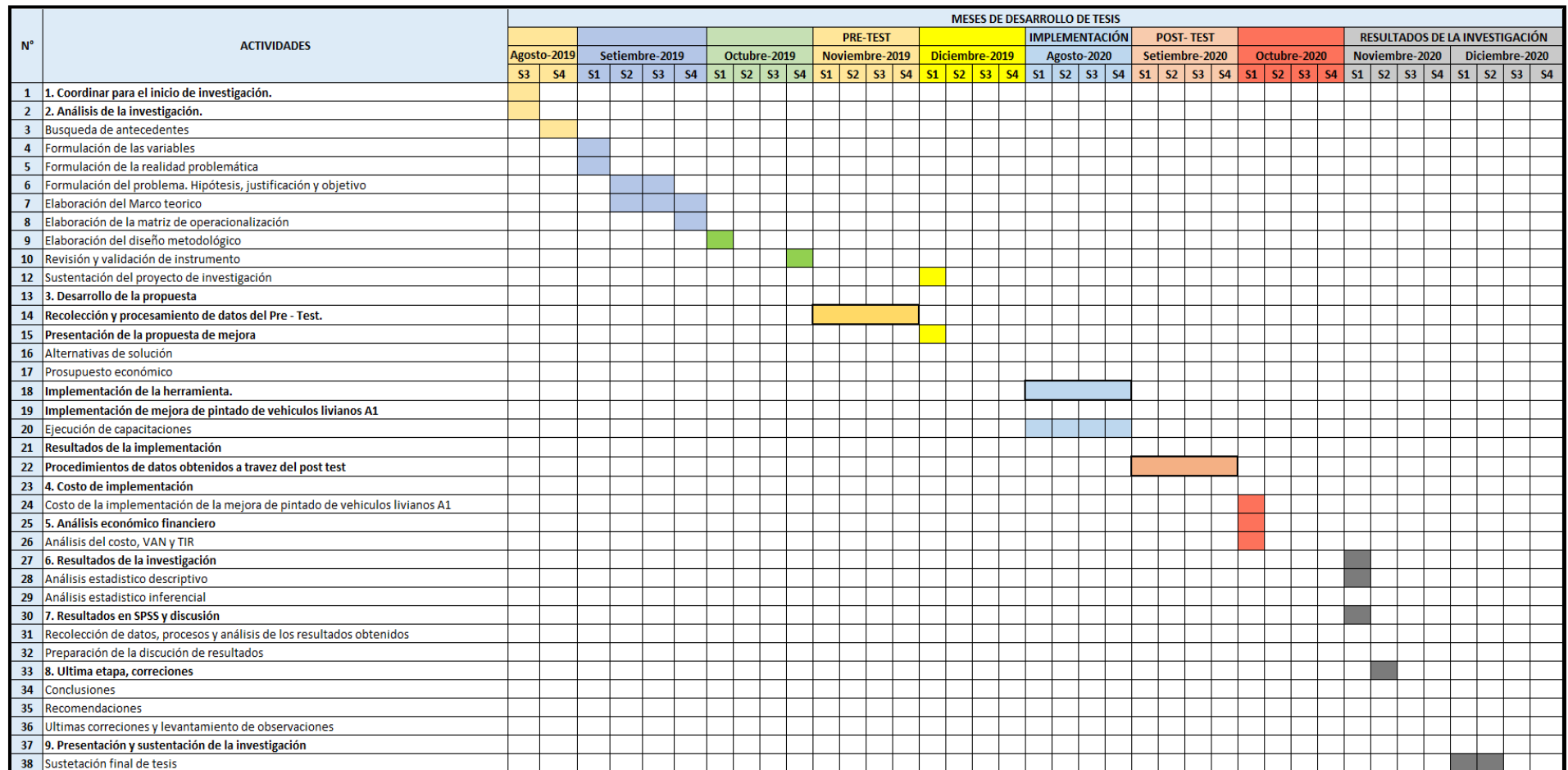


Figura 6: Cronograma de actividades del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto del proyecto

El presupuesto total del proyecto es de S/. 17,529.00 el cual fue presentado al encargado del taller de la empresa Adan Car E.I.R.L para su autorización e implementación.

Tabla 21: Inversiones tangibles para la implementación

CLASIFICACIÓN	RECURSOS	UM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
REPUESTOS Y ACCESORIOS	COMPUTADORA	UND	1	S/400.00	S/400.00
	IMPRESORA	UND	1	S/80.00	S/80.00
	TONER	UND	1	S/60.00	S/60.00
PAPELERA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA	ESCRITORIO	UND	2	S/85.00	S/170.00
	SILLAS DE ESCRITORIO	UND	2	S/50.00	S/100.00
	HOJAS BOND	MILL	1	S/15.00	S/15.00
	LAPICEROS	UND	7	S/1.00	S/7.00
	CUADERNO ANILLADO	UND	2	S/18.00	S/36.00
	USB 16GB	UND	2	S/30.00	S/60.00
	LÁPIZ	UND	2	S/1.00	S/2.00
	BORRADOR	UND	2	S/0.50	S/1.00
BIENES Y SERVICIOS	CRONÓMETRO	UND	1	S/89.00	S/89.00
				TOTAL INVERTIDO	S/1,020.00

Fuente: Elaboración propia

Costos intangibles:

Tabla 22: Costos de capacitaciones

COSTO DE CAPACITACIONES					
Capacitaciones	Nº Horas	Nº Personas	Total Horas	Costo x Hora	Total
Maestro pintor (Mano de obra directa)	12	1	12	S/ 13.08	S/ 156.99
Personal administrativo (Mano de obra indirecta)	12	2	24	S/ 9.81	S/ 235.49
Coordinación Gerente	10	1	10	S/ 9.81	S/ 98.12
Costo total					S/ 490.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Costo del investigador

COSTO DEL INVESTIGADOR										
Investigadores	Cursos	Costo x mes	Duración ciclo	Total	Horas/semana	Semanas	Total horas dedicadas	Considerando básico legal (s/930)	costo x horas dedicadas	Total investigador
Italo Meincken Guillermo	PI (IX)	S/ 350.00	4	S/ 1,400.00	12	16	192	S/ 7.75	S/ 1,488.00	S/ 2,888.00
	DPI (X)	S/ 300.00	4	S/ 1,200.00	20	16	320	S/ 7.75	S/ 2,480.00	S/ 3,680.00
				S/ 2,600.00					S/ 3,968.00	S/ 6,568.00
Joaquin Huerta Pinglo	PI (IX)	S/ 350.00	4	S/ 1,400.00	12	16	192	S/ 7.75	S/ 1,488.00	S/ 2,888.00
	DPI (X)	S/ 300.00	4	S/ 1,200.00	20	16	320	S/ 7.75	S/ 2,480.00	S/ 3,680.00
				S/ 2,600.00					S/ 3,968.00	S/ 6,568.00
Total dos investigadores										S/ 13,136.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Inversiones intangibles

INVERSIONES INTANGIBLES					
CLASIFICACIÓN	RECURSOS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	LUZ	MENSUAL	9	S/40.00	S/360.00
SERVICIO DE AGUA Y DESAGUE	AGUA	MENSUAL	9	S/30.00	S/270.00
VIÁTICOS Y ASIGNACIONES	MOVILIDAD	MENSUAL	9	S/76.00	S/684.00
	ALIMENTACIÓN	MENSUAL	9	S/85.00	S/765.00
OTROS GASTOS	Capacitación preoperativa	Total			S/490.59
	TIEMPO INVERTIDO de Tesistas	Total			S/13,136.00
TOTAL INVERTIDO					S/15,705.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Calculo de totales netos

Inversiones Tangibles	S/ 1,020.00
Repuestos y accesorios	S/ 540.00
Bienes y servicios	S/ 391.00
Papelera y útiles de oficina	S/ 89.00
Inversiones Intangibles	S/ 15,705.59
Servicio de agua y desague	S/ 270.00
Servicio de suministro de energía	S/ 360.00
Viáticos y asignaciones	S/ 1,449.00
Otros gastos	S/ 13,626.59
Imprevistos (5%)	S/ 836.28
TOTALES NETOS	-S/ 17,561.87

Fuente: Elaboración propia

Implementación de la propuesta

Luego de elaborar el presupuesto del proyecto se procederá a realizar la implementación para mejorar el proceso de pintado de vehículos livianos A1; para ello se tiene que analizar cada operación además de las mejoras que se pueden aplicar en cada una de ellas.

Implementación del estudio de métodos

Para poner en práctica el estudio de métodos se debe de contar con todas las áreas de la empresa para reconocer las operaciones y actividades que se realizan en el proceso de pintado de vehículos livianos A1.

Según Kanawaty, para lograr una adecuada implementación del estudio se necesita seguir las 8 etapas y desarrollarlas según corresponda el método.

SELECCIONAR

En el área de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, se tienen que llevar a cabo 15 operaciones las cuales serán evaluadas para la mejora del proceso.

Se visualiza en la siguiente tabla, el proceso para elaborar el pintado de vehículos livianos A1 que requiere un total de 110.60 minutos.

Tabla 26: Etapa Seleccionar

























































PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS A1		
Nº	OPERACIÓN	TIEMPO (min)
1	Inspeccionar vehículo	0.44
2	Limpiar superficie de carro	1.34
3	Recortar plantillas	1.91
4	Verificar cantidad y corte	1.40
5	Armar plantillas sobre auto	8.82
6	Verificar armado	1.46
7	Mezclar pintura y thinner	7.42
8	Verficiar Homogeneidad	1.21
9	Pintado lateral izquierdo	14.40
10	Pintado lateral derecho	14.43
11	Pintado superior	14.41
12	Pintado frontal	14.43
13	Pintado posterior	14.40
14	Verificar imperfecciones	2.40
15	Limpiar vehículo	12.14
Total		110.60

Fuente: Elaboración propia

REGISTRAR

Se realizó un registro de las actividades del método actual que se está ejecutando en la empresa, por lo que podemos observar en el siguiente Diagrama de Actividades del Proceso, las actividades que agregar y no agregan valor al proceso, así como también las distancias recorridas y el tiempo.

Tabla 27: Pintado de vehículos livianos A1 (noviembre 2019 Pre-test)

Diagrama de Actividades de Procesos (DAP)													
Proceso:		Pintado de Vehículos Livianos					Fecha:	Nov-19					
Elaborado por:		Italo Giovanni Meincken Guillermo - Joaquín Huerta Pinglo					Empresa:	Adan Car E.I.R.L					
Área:		Pintado					Servicio:	Pintado de vehículos livianos A1					
Método:		PRE - TEST		POST - TEST			Aprobado por:	Alejandro Adan Ramos					
N°	Operación	Descripción de la Actividad						Distancia (m)	Tiempo (min)	VALOR		Observaciones	
										SI	NO		
1	Inspeccionar vehículo	Revisar estado de superficie del carro							00:00:42	x			
2	Limpiar superficie de carro	Ir al área de materiales de pintura						4	00:00:35		x		
3		Seleccionar waype para limpieza							00:00:15		x		
4		Trasladar waype al area de pintado						4	00:00:14		x		
5		Posicionarse a zona de pintado						1	00:00:04		x		
6		Limpiar superficie de carro							00:00:44	x			
7		Verificar limpieza de carro							00:00:25	x			
8	Recortar plantillas	Ir al área de materiales de pintura						4	00:00:14		x		
9		Seleccionar cartulina duplex calibre 12							00:00:07		x		
10		Trasladar cartulina duplex calibre 12 a la mesa de recorte de plantilla						3	00:00:15		x		
11		Recortar plantillas							00:01:55	x			
12	Verificar cantidad y corte	comprobar cantidad de plantillas requeridas							00:01:02	x			
13		verificar la calidad del corte de plantillas							00:00:42	x			
14	Armar plantillas sobre auto	Seleccionar plantillas recortadas							00:00:08		x		
15		Posicionarse al lateral izquierdo del auto						2	00:00:20		x		
16		Armar plantilla a lateral izquierdo del auto							00:01:36	x			
17		colocar iman sobre plantilla a lateral izquierdo							00:00:54	x			
18		Posicionarse al lateral derecho del auto						2	00:00:07		x		
19		Armar plantilla a lateral derecho del auto							00:01:35	x			
20		colocar iman sobre plantilla a lateral derecho							00:00:52	x			
21		Posicionarse a lado superior de auto						1	00:00:04			x	
22		Armar plantilla a lado superior del auto							00:01:41	x			
23		colocar iman sobre plantilla a lado superior							00:00:52	x			
24		Posicionarse a lado frontal de auto						1	00:00:07			x	
25		Armar plantilla a lado frontal del auto							00:01:35	x			
26		colocar iman sobre plantilla a lado frontal							00:00:52	x			
27		Posicionarse a lado posterior de auto						2	00:00:08			x	
28		Armar plantilla a lado posterior del auto							00:01:40	x			
29		colocar iman sobre plantilla a lado posterior							00:00:51	x			
30	Verificar Armado	Comprobar correcto armado de plantilla lateral izquierdo							00:00:36	x			
31		Comprobar correcto armado de plantilla lateral derecho							00:00:32	x			
32		Comprobar correcto armado de lado superior de auto							00:00:32	x			
33		Comprobar correcto armado de lado frontal de auto							00:00:33	x			
34		Comprobar correcto armado de lado posterior de auto							00:00:36	x			
35	Mezclar pintura y thinner	Volver al área de materiales de pintura						4	00:00:14		x		
36		Seleccionar pote pintura							00:00:06		x		
37		Seleccionar thinner							00:00:06		x		
38		Seleccionar pote grande vacio para mezcla							00:01:15		x		
39		Seleccionar brocha pequeña para mezcla							00:00:06		x		
40		Trasladar pintura, pote vacio, brocha y thinner a la mesa de recorte de plantilla						3	00:00:25		x		
41		Ir al almacen						4	00:00:16		x		
42		seleccionar compresora							00:00:10		x		
43		Seleccionar soplete							00:00:10		x		
44		Trasladar soplete a mesa de recorte de plantilla						4	00:00:16		x		
45		Trasladar compresora a area de pintado						5	00:00:35		x		
46		Encender compresora							00:02:25	x			
47		ir a mesa de recorte de plantillas						2	00:00:10			x	
48		verter thinner y pintura en pote vacio							00:00:24		x		
49		Mezclar manualmente la pintura y thinner con brocha pequeña							00:02:25		x		
50		Verter mezcla a soplete							00:01:30		x		

51	Verificar homogeneidad	Comprobar mezcla uniforme de thinner y pintura						00:01:21	x		
52	Pintado lateral izquierdo	Trasladar soplete al area de pintado				2		00:00:10		x	
53		Colocar soplete a compresora						00:01:24	x		
54		Posicionarse a lateral izquierdo de auto				2		00:00:07		x	
55		Sujetar plantilla manualmente						00:00:35	x		
56		Pintar zona seleccionada						00:17:55	x		
57	Pintado lateral derecho	Posicionarse a lateral derecho de auto				2		00:00:10		x	
58		Sujetar plantilla manualmente						00:00:34	x		
59		Pintar zona seleccionada						00:17:53	x		
60	Pintado Superior	Posicionarse a lado superior de auto				1		00:00:04		x	
61		Sujetar plantilla manualmente						00:00:35	x		
62	Pintado frontal	Pintar zona seleccionada						00:16:25	x		
63		Posicionarse a lado frontal de auto				1		00:00:23		x	
64		Sujetar plantilla manualmente						00:00:36	x		
65	Pintado posterior	Pintar zona seleccionada						00:16:35	x		
66		Posicionarse a lado posterior de auto				2		00:00:08		x	
67		Sujetar plantilla manualmente						00:00:34	x		
68	Verificar Imperfecciones	Pintar zona seleccionada						00:16:20	x		
69		Comprobar correcto pintado de lateral izquierdo de auto						00:00:36	x		
70		Comprobar correcto pintado de lateral derecho de auto						00:00:39	x		
71		Comprobar correcto pintado de lado superior de auto						00:00:35	x		
72		Comprobar correcto pintado de lado frontal de auto						00:00:39	x		
73	Limpiar vehiculo	Comprobar correcto pintado de lado posterior de auto						00:00:40	x		
74		Ir al area de materiales de pintura				4		00:00:14		x	
75		Seleccionar waype						00:00:08		x	
76		Trasladar waype al area de pintado				4		00:00:14		x	
77		Pulido de zona pintada						00:12:15	x		
TOTAL:			32	16	24	5	0	64	01:77:04	43	34



































Fuente: Elaboración propia

Se visualiza que en el Diagrama de Actividades de Proceso (DAP), la cantidad de actividades que hay en el área de pintado son de 77, de las cuales 32 son operaciones; 16 inspección; 24 transportes y 5 esperas; además, se tiene una distancia realizada de 64 metros. Luego, se procede a realizar el porcentaje total de las actividades que agregan valor al proceso de pintado de vehículos livianos A1, teniendo el siguiente resultado:

$$IA = \frac{(\sum Av - \sum Anv)}{\sum Av} = \frac{(77 - 34)}{77} = 0.56 \times 100 = 56\%$$

De acuerdo al resultado, podemos decir que, de todas las actividades, hay algunas que no agregan valor, es decir el 43% de ellas son tiempos improductivos.

Tabla 28: Actividades que no agregan valor al proceso de pintado de vehículos livianos A1 – Etapa Registrar

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)	SÍMBOLO
1	Ir al área de materiales de pintura	00:00:35	4	
2	Seleccionar waype para limpieza	00:00:15		
3	Trasladar waype al area de pintado	00:00:14	4	
4	Posicionarse a zona de pintado	00:00:04	1	
5	Ir al área de materiales de pintura	00:00:14	4	
6	Seleccionar cartulina duplex calibre 12	00:00:07		
7	Trasladar cartulina duplex calibre 12 a la mesa de recorte de plantilla	00:00:15	3	
8	Seleccionar plantillas recortadas	00:00:08		
9	Posicionarse al lateral izquierdo del auto	00:00:20	2	
10	Posicionarse al lateral derecho del auto	00:00:07	2	
11	Posicionarse a lado superior de auto	00:00:04	1	
12	Posicionarse a lado frontal de auto	00:00:07	1	
13	Posicionarse a lado posterior de auto	00:00:08	2	
14	Volver al area de materiales de pintura	00:00:14	4	
15	Seleccionar pote pintura	00:00:06		
16	Seleccionar thinner	00:00:06		
17	Seleccionar pote grande vacio para mezcla	00:01:15		
18	Seleccionar brocha pequeña para mezcla	00:00:06		
19	Trasladar pintura, pote vacio, brocha y thinner a la mesa de recorte de plantilla	00:00:25	3	
20	Ir al almacen	00:00:16	4	
21	seleccionar compresora	00:00:10		
22	Seleccionar soplete	00:00:10		
23	Trasladar soplete a mesa de recorte de plantilla	00:00:16	4	
24	Trasladar compresora a area de pintado	00:00:35	5	
25	ir a mesa de recorte de plantillas	00:00:10	2	
26	Trasladar soplete al area de pintado	00:00:10	2	
27	Posicionarse a lateral izquierdo de auto	00:00:07	2	
28	Posicionarse a lateral derecho de auto	00:00:10	2	
29	Posicionarse a lado superior de auto	00:00:04	1	
30	Posicionarse a lado frontal de auto	00:00:23	1	
31	Posicionarse a lado posterior de auto	00:00:08	2	
32	Ir al area de materiales de pintura	00:00:14	4	
33	Seleccionar waype	00:00:08		
34	Trasladar waype al area de pintado	00:00:14	4	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 25 nos muestra todas las actividades que no agregan valor, donde se detalló que 24 son transportes, 9 operaciones y 1 inspección.

EXAMINAR

Después de llevar a cabo la etapa de registro, sigue la etapa de examinar, donde se evaluarán todas las actividades del proceso. Por esta razón en esta etapa se realiza la técnica de interrogatorio sistemático para lograr un análisis del método actual de trabajo.

Tabla 29: Técnica del interrogatorio sistemático – Etapa examinar

ETAPA: EXAMINAR-TÉCNICA DEL INTERROGATORIO SISTEMÁTICO			
Operación	Descripción de la Actividad	¿QUÉ SE HACE?	¿POR QUÉ SE HACE?
Inspeccionar vehículo	Revisar estado de superficie del carro	El maestro pintor inspecciona la superficie del auto y analiza las partes a pintar.	Debido a que a veces llegan autos en malas condiciones y el maestro pintor tiene que limpiar la superficie antes de pintar.
Limpiar superficie de carro	Ir a la zona de materiales de pintura	Luego de revisar el auto el maestro pintor va a la zona de materiales de pintura a recoger lo necesario para la operación	Porque los materiales siempre se guardan en la zona de materiales de pintado.
	Seleccionar waype para limpieza	El maestro pintor selecciona el waype para limpiar las impurezas del carro antes de pintar	Para que se haga un mejor pintado y no tenga inconvenientes al momento de pintar
	Trasladar waype al área de pintado	Luego de seleccionar waype el maestro pintor lo traslada al área de pintado que se encuentra a 4 metros	Se realiza el traslado ya que los materiales se encuentran en la zona de materiales de pintura
	Posicionarse a zona de pintado	Luego el maestro pintor se posiciona en la zona del auto que será limpiada que se encuentra a una distancia aproximada de 1 metro	Se posicionarse en la zona del auto para su respectiva limpieza
	Limpiar superficie de carro	Se realiza la actividad de limpieza de la superficie del auto usando el material del waype	Se realiza la limpieza del auto para un mejor pintado
	Verificar limpieza de carro	Luego de la limpieza del auto el maestro pintor verifica cada parte limpiada	Para verificar si no hay suciedad en la superficie del auto
Recortar plantillas	Ir a la zona de materiales de pintura	Luego de verificar la limpieza el maestro pintor vuelve a la zona de materiales a seleccionar cartulina duplex calibre 12 que se encuentra a 4 metros	Porque con la cartulina duplex se realizan las placas que iran sobre el auto
	Seleccionar cartulina duplex calibre 12	Luego de ir a la zona de materiales de pintura el maestro pintor selecciona la cartulina duplex calibre 12	Para seleccionar la cartulina duplex calibre 12 y hacer la plantillas
	Trasladar cartulina duplex calibre 12 a la mesa de recorte de plantilla	El maestro pintor traslada la cartulina duplex calibre 12 a la mesa de recorte que queda a 3 metros	Se realiza en una mesa para un adecuado corte de plantillas
	Recortar plantillas	El maestro pintor corta la cartulina duplex calibre 12 y le da la forma adecuada a las plantillas del auto	Para darle forma a la cartulina duplex calibre 12 de plantillas que se armaran en el auto.

Verificar cantidad y corte	comprobar cantidad de plantillas requeridas	Luego de cortar las plantillas el maestro pintor comprueba que plantillas necesitarán	Para que al momento de realizar el pintado no volver a cortar.
	verificar la calidad del corte de plantillas	Se verifica si las plantillas están correctamente cortadas	Para que al momento de pintar el auto no tenga partes desiguales
Armar plantillas sobre auto	Seleccionar plantillas recortadas	Luego selecciona las plantillas necesarias para el pintado de auto	Para trasladar al área de pintado
	Posicionarse al lateral izquierdo del auto	El maestro pintor se posiciona al lateral izquierdo del auto para armar las plantillas	Porque está más cerca a la mesa de recorte
	Armar plantilla a lateral izquierdo del auto	Luego el maestro pintor arma la plantilla en la parte lateral izquierda del auto donde será pintado	Para un adecuado pintado de placas en lateral izquierdo
	colocar iman sobre plantilla a lateral izquierdo	Una vez armada la plantilla sobre el auto éstas son sujetadas con imanes a los extremos	Para que la plantilla no se mueva y se pinte adecuadamente
	Posicionarse al lateral derecho del auto	El maestro pintor se posiciona al lateral derecho del auto para armar las plantillas	Para continuar con el armado de plantillas laterales
	Armar plantilla a lateral derecho del auto	Luego el maestro pintor arma la plantilla en la parte lateral derecho del auto donde será pintado	Para un adecuado pintado de placas en lateral derecho
	colocar iman sobre plantilla a lateral derecho	Una vez armada la plantilla sobre el auto éstas son sujetadas con imanes a los extremos	Para que la plantilla no se mueva y se pinte adecuadamente
	Posicionarse a lado superior de auto	El maestro pintor se posiciona al lado superior del auto para armar las plantillas	Para continuar con el armado de plantillas
	Armar plantilla a lado superior del auto	Luego el maestro pintor arma la plantilla en el lado superior del auto donde será pintado	Para un adecuado pintado de placas en el lado superior
	colocar iman sobre plantilla a lado superior	Una vez armada la plantilla sobre el auto éstas son sujetadas con imanes a los extremos	Para que la plantilla no se mueva y se pinte adecuadamente
	Posicionarse a lado frontal de auto	El maestro pintor se posiciona al lado frontal del auto para armar las plantillas	Para continuar con el armado de plantillas
	Armar plantilla a lado frontal del auto	Luego el maestro pintor arma la plantilla en el lado frontal del auto donde será pintado	Para un adecuado pintado de placas en el lado frontal
	colocar iman sobre plantilla a lado frontal	Una vez armada la plantilla sobre el auto éstas son sujetadas con imanes a los extremos	Para que la plantilla no se mueva y se pinte adecuadamente
	Posicionarse a lado posterior de auto	El maestro pintor se posiciona al lado posterior del auto para armar las plantillas	Para continuar con el armado de plantillas
	Armar plantilla a lado posterior del auto	Luego el maestro pintor arma la plantilla en el lado posterior del auto donde será pintado	Para un adecuado pintado de placas en el lado posterior
	colocar iman sobre plantilla a lado posterior	Una vez armada la plantilla sobre el auto éstas son sujetadas con imanes a los extremos	Para que la plantilla no se mueva y se pinte adecuadamente
Verificar Armado	Comprobar correcto armado de plantilla lateral izquierdo	El maestro pintor verifica el correcto armado de plantillas en el lado lateral izquierdo del auto	Para verificar si las plantillas están en la posición correcta del lateral izquierdo del auto
	Comprobar correcto armado de plantilla lateral derecho	El maestro pintor verifica el correcto armado de plantillas en el lado lateral derecho del auto	Para verificar si las plantillas están en la posición correcta del lateral derecho del auto
	Comprobar correcto armado de lado superior de auto	El maestro pintor verifica el correcto armado de plantillas en el lado superior del auto	Para verificar si las plantillas están en la posición correcta del lado superior del auto
	Comprobar correcto armado de lado frontal de auto	El maestro pintor verifica el correcto armado de plantillas en el lado frontal del auto	Para verificar si las plantillas están en la posición correcta del lado frontal del auto
	Comprobar correcto armado de lado posterior de auto	El maestro pintor verifica el correcto armado de plantillas en el lado posterior del auto	Para verificar si las plantillas están en la posición correcta del lado posterior del auto

Mezclar pintura y thinner	Volver a la zona de materiales de pintura	Luego de armar las plantilla el maestro pintor vuelve a la zona de materiales de pintura que se encuentra a 4 metros	Porque los materiales se encuentran en dicha zona
	Seleccionar pote pintura	Selecciona el pote de pintura con el color requerido	Para pintar el vehículo con el color requerido
	Seleccionar thinner	El maestro pintor selecciona thinner para mezclar con la pintura.	Para diluir la pintura
	Seleccionar pote grande vacío para mezcla	Luego se selecciona un pote grande donde se va a realizar el mezclado	Para mezclar la pintura con el thinner en el pote grande
	Seleccionar brocha pequeña para mezcla	El maestro pintor selecciona la brocha para mezclar la pintura con el thinner	Porque con la brocha se mezclará la pintura con el thinner hasta lograr la que ésta se diluya
	Trasladar pintura, pote vacío, brocha y thinner a la mesa de recorte de plantilla	Luego de seleccionar los materiales se trasladan a la mesa de recorte ya que esta más cerca al área de pintado	Para estar más cerca al área donde se va a pintar el auto
	Ir al almacén	Luego el maestro pintor se traslada al almacén	Porque la compresora es almacenada en dicho lugar
	seleccionar compresora	Luego el maestro pintor selecciona la compresora de pintado	Porque la compresora es necesaria para el pintado de auto
	Seleccionar soplete	El maestro pintor selecciona el soplete	El soplete logrará un pintado uniforme
	Trasladar soplete a mesa de recorte de plantilla	Se traslada soplete a la mesa de recorte de plantillas	Porque en ese lugar se realizará la mezcla de pintura con el thinner
	Trasladar compresora a área de pintado	El maestro pintor traslada la compresora al área de pintado que se ubica a 5 metros del almacén	Para que la compresora este preparada para el pintado de auto
	Encender compresora	Luego de ubicar la compresora en el área de pintado, se procede a encienderla	Para presurizar el tanque de compresora y este lista para el pintado
	ir a mesa de recorte de plantillas	Luego el maestro pintor va a la mesa de recorte de plantillas que esta a 2 metros del área de pintado	Porque en la mesa de recorte de plantillas se va a realizar la mezcla
	verter thinner y pintura en pote vacío	Se hecha la pintura con el thinner al pote vacío donde se va a realizar la mezcla.	Porque en el pote vacío se va a realizar la mezcla
	Mezclar manualmente la pintura y thinner con brocha pequeña	El maestro pintor comienza a realizar la mezcla manual con la brocha	Para darle solvencia a la pintura
	Verter mezcla a soplete	Una vez este acabada la mezcla se vierte en el soplete	Porque el soplete es el que ayudará a pintar el auto.
Verificar homogeneidad	Comprobar mezcla uniforme de thinner y pintura	Luego de verter la mezcla al soplete se comprueba si esta lista la solvencia	Para comprobar si la mezcla ya esta lista para pintar
Pintado lateral izquierdo	Trasladar soplete al área de pintado	El maestro pintor traslada el soplete al área de pintado que esta a 2 metros del lugar	Para comenzar a pintar con la mezcla lista.
	Colocar soplete a compresora	El maestro pintor coloca el soplete a la compresora	Porque el soplete ayudará a realizar el pintado
	Posicionarse a lateral izquierdo de auto	Luego el maestro pintor se posiciona a la parte lateral izquierda porque esta mas cerca a la compresora	Para facilitar la distancia de pintado ya que esta mas cerca a la compresora.
	Sujetar plantilla manualmente	Luego el maestro pintor sujeta la plantilla para que tenga un mejor pintado	Para que no hayan espacios sin pintar
	Pintar zona seleccionada	Luego el maestro pintor con el soplete de aire comienza a pintar la parte donde se ubica la plantilla	Porque la zona del auto seleccionada ya se encuentra lista para pintar
Pintado lateral derecho	Posicionarse a lateral derecho de auto	El maestro pintor se posiciona a la parte lateral derecho con el soplete	Para continuar con el pintado de los laterales del auto
	Sujetar plantilla manualmente	Luego el maestro pintor sujeta la plantilla para que tenga un mejor pintado	Para que no hayan espacios sin pintar
	Pintar zona seleccionada	Luego el maestro pintor con el soplete de aire comienza a pintar la parte donde se ubica la plantilla	Porque la zona del auto seleccionada ya se encuentra lista para pintar

Pintado Superior	Posicionarse a lado superior de auto	El maestro pintor se posiciona al lado superior del auto con el soplete	Para continuar con el pintado del auto
	Sujetar plantilla manualmente	Luego el maestro pintor sujeta la plantilla para que tenga un mejor pintado	Para que no hayan espacios sin pintar
	Pintar zona seleccionada	Luego el maestro pintor con el soplete de aire comienza a pintar la parte donde se ubica la plantilla	Porque la zona del auto seleccionada ya se encuentra lista para pintar
Pintado frontal	Posicionarse a lado frontal de auto	El maestro pintor se posiciona al lado frontal del auto con el soplete	Para continuar con el pintado del auto
	Sujetar plantilla manualmente	Luego el maestro pintor sujeta la plantilla para que tenga un mejor pintado	Para que no hayan espacios sin pintar
	Pintar zona seleccionada	Luego el maestro pintor con el soplete de aire comienza a pintar la parte donde se ubica la plantilla	Porque la zona del auto seleccionada ya se encuentra lista para pintar
Pintado posterior	Posicionarse a lado posterior de auto	El maestro pintor se posiciona al lado posterior del auto con el soplete	Para continuar con el pintado del auto
	Sujetar plantilla manualmente	Luego el maestro pintor sujeta la plantilla para que tenga un mejor pintado	Para que no hayan espacios sin pintar
	Pintar zona seleccionada	Luego el maestro pintor con el soplete de aire comienza a pintar la parte donde se ubica la plantilla	Porque la zona del auto seleccionada ya se encuentra lista para pintar
Verificar imperfecciones	Comprobar correcto pintado de lateral izquierdo de auto	El maestro pintor comprueba la uniformidad del pintado en lateral izquierdo del auto	Para verificar si se realizo un correcto pintado en lateral izquierdo del auto
	Comprobar correcto pintado de lateral derecho de auto	El maestro pintor comprueba la uniformidad del pintado en lateral derecho del auto	Para verificar si se realizo un correcto pintado en lateral derecho del auto
	Comprobar correcto pintado de lado superior de auto	El maestro pintor comprueba la uniformidad del pintado en el lado superior del auto	Para verificar si se realizo un correcto pintado en lado superior del auto
	Comprobar correcto pintado de lado frontal de auto	El maestro pintor comprueba la uniformidad del pintado en el lado frontal del auto	Para verificar si se realizo un correcto pintado en lado frontal del auto
	Comprobar correcto pintado de lado posterior de auto	El maestro pintor comprueba la uniformidad del pintado en el lado posterior del auto	Para verificar si se realizo un correcto pintado en lado posterior del auto
Limpiar vehículo	Ir a la zona de materiales de pintura	Luego de comprobar el pintado el maestro pintor se traslada a la zona de materiales de pintura que esta a 4 metros	Porque en la zona de materiales se encuentra almacenado el waype.
	Seleccionar waype	Luego se selecciona el waype a utilizar	Para limpiar el auto
	Trasladar waype al area de pintado	Una vez seleccionado el waype el maestro pintor se traslada al área de pintado	Para comenzar a pulir las partes del auto.
	Pulido de zona pintada	Se comienza a pulir las partes del auto	Para que el auto tenga una apariencia brillante

Fuente: Elaboración propia

CREAR

Para continuar con la etapa crear, aquí se desarrolla un método ideal. Después de haber realizado la etapa previa del interrogatorio sistemático, y considerando las actividades que no agregan valor en el pintado de vehículos livianos A1, se detectaron recorridos que se pueden reducir, además existen actividades que causan tiempos improductivos, distribución inadecuada y escaso orden en el área de trabajo.

Para ello, se busca elaborar métodos para reducir, eliminar o combinar estas actividades, planteando mejoras en los métodos de trabajo actual para el pintado de vehículos livianos.

Tabla 30: Técnica del interrogatorio sistemático – Etapa Crear

ETAPA: CREAR MÉTODO IDEAL-TÉCNICA DEL INTERROGATORIO SISTEMÁTICO			
Operación	Descripción de la Actividad	¿CÓMO SE DEBERÍA SER?	¿QUÉ DEBERÍA HACER?
Inspeccionar vehículo	Revisar estado de superficie del carro	Revisar que el vehículo este en buenas condiciones para pintado	Aplicar el método propuesto: Pintar sólo los vehículos con una superficie adecuada al pintado
Limpiar superficie de carro	Ir a la zona de materiales de pintura	Los materiales para el pintado de autos deberían ubicarse solo en la zona de materiales de pintura	Aplicar el método propuesto: ubicar la zona de materiales de pintura frente a la mesa de recorte de plantillas para agilizar el pintado
	Seleccionar waype para limpieza	El waype para limpieza debería estar ubicado cerca al área donde se estaciona el auto, es decir al área de pintado	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Trasladar waype al area de pintado	Se cambia la ubicación de la zona de materiales de pintura por lo que esta actividad se complementa con otras	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	Posicionarse a zona de pintado	Esta actividad debe ser corregida ya que al cambiar la ubicación de la zona de materiales de pintura se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Limpiar superficie de carro	Se debería limpiar la superficie del carro no solo con waype sino también con un disolvente en caso de residuos difíciles de limpiar	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	Verificar limpieza de carro	El maestro pintor debería asegurarse de que al verificar, el ambiente debe estar libre de cualquier levantamiento de polvo	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
Recortar plantillas	Ir a la zona de materiales de pintura	Esta actividad debe ser corregida ya que al cambiar la ubicación de la zona de materiales de pintura esta actividad es innecesaria	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Seleccionar cartulina duplex calibre 12	La cartulina duplex calibre 12 debería estar ubicada en la mesa de recorte de plantilla	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	Trasladar cartulina duplex calibre 12 a la mesa de recorte de plantilla	Esta actividad debe ser corregida ya que al cambiar la ubicación de la zona de materiales de pintura esta actividad es innecesaria	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Recortar plantillas	Esta actividad se puede simplificar ya que hay mayor organización en la mesa de recorte de plantillas	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.

Verificar cantidad y corte	comprobar cantidad de plantillas requeridas	Esta actividad se puede simplificar ya que hay mayor organización en la mesa de recorte de plantillas	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	verificar la calidad del corte de plantillas	Esta actividad es innecesaria ya que solo se requiere de una verificación	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
Armar plantillas sobre auto	Seleccionar plantillas recortadas	Se deben seleccionar las plantillas de manera organizada	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	Posicionarse al lateral izquierdo del auto	Se debe comenzar por la parte izquierda ya que estará más cerca a los materiales	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	Armar plantilla a lateral izquierdo del auto	Se debe comenzar por la parte izquierda ya que estará más cerca a los materiales	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	colocar iman sobre plantilla a lateral izquierdo	Esta actividad es parte del armado de plantillas por lo que es innecesaria	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Posicionarse al lateral derecho del auto	Se debe comenzar por el lado frontal ya que estará más cerca al lado lateral izquierdo	Aplicar el método propuesto, simplificar de actividad
	Armar plantilla a lateral derecho del auto	Se debe comenzar por la parte frontal ya que estará más cerca al lateral izquierdo	Aplicar el método propuesto
	colocar iman sobre plantilla a lateral derecho	Esta actividad es parte del armado de plantillas por lo que es innecesaria	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Posicionarse a lado superior de auto	Se debe comenzar por el lateral derecho ya que estará más cerca al lado frontal del auto	Aplicar el método propuesto, simplificar de actividad
	Armar plantilla a lado superior del auto	Se debe comenzar por el lateral derecho ya que estará más cerca al lado frontal	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	colocar iman sobre plantilla a lado superior	Esta actividad es parte del armado de plantillas por lo que es innecesaria	Aplicar el método propuesto
	Posicionarse a lado frontal de auto	Se debe comenzar por el lado superior ya que estará más cerca al lateral derecho del auto	Aplicar el método propuesto
	Armar plantilla a lado frontal del auto	Se debe comenzar por el lado superior ya que estará más cerca al lateral derecho	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	colocar iman sobre plantilla a lado frontal	Esta actividad es parte del armado de plantillas por lo que es innecesaria	Aplicar el método propuesto
	Posicionarse a lado posterior de auto	Se debe comenzar por el lado posterior ya que estará más cerca al lado superior del auto	Aplicar el método propuesto
	Armar plantilla a lado posterior del auto	Se debe comenzar por el lado posterior ya que estará más cerca al lado superior del auto	Aplicar el método propuesto
	colocar iman sobre plantilla a lado posterior	Esta actividad es parte del armado de plantillas por lo que es innecesaria	Aplicar el método propuesto
Verificar Armado	Comprobar correcto armado de plantilla lateral izquierdo	Esta actividad debería ser simplificada ya que al hacer el armado se esta verificando, por lo que es conveniente que solo haya que comprobarse 1 vez para verificar el armado y sujeción de plantillas en la zona de pintado	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad.
	Comprobar correcto armado de plantilla lateral derecho	Esta actividad se puede simplificar al momento de armar la plantilla tambien comprobar el armado.	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad.
	Comprobar correcto armado de lado superior de auto	Esta actividad se puede simplificar al momento de armar la plantilla tambien comprobar el armado.	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad.
	Comprobar correcto armado de lado frontal de auto	Esta actividad se puede simplificar al momento de armar la plantilla tambien comprobar el armado.	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad.
	Comprobar correcto armado de lado posterior de auto	Esta actividad se puede simplificar al momento de armar la plantilla tambien comprobar el armado.	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad.

Mezclar pintura y thinner	Volver a la zona de materiales de pintura	Se cambia la ubicación de la zona de materiales de pintura por lo que esta actividad se complementa con otras	Aplicar el método propuesto. Organizar el área de trabajo. Colocar los materiales en dicha zona para el pintado de autos.
	Seleccionar pote pintura	Esta actividad debe ser corregida ya que al cambiar de ubicación se reduce el tiempo.	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Seleccionar thinner	Esta actividad debe ser corregida ya que al cambiar el orden se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad.
	Seleccionar pote grande vacío para mezcla	Esta actividad debe ser corregida ya que al cambiar de ubicación se reduce el tiempo.	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Seleccionar brocha pequeña para mezcla	Esta actividad debe ser corregida ya que al cambiar el orden se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Trasladar pintura, pote vacío, brocha y thinner a la mesa de recorte de plantilla	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	Ir al almacén	Esta actividad puede ser simplificada ya que se puede utilizar la zona de pintado para guardar los equipos	Aplicar método propuesto, organizar el área de trabajo
	seleccionar compresora	Esta actividad puede ser simplificada ya que se puede utilizar la zona de pintado para guardar los equipos	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Seleccionar soplete	Esta actividad puede ser simplificada ya que se puede utilizar la zona de pintado para guardar los equipos	Aplicar el método propuesto
	Trasladar soplete a mesa de recorte de plantilla	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Trasladar compresora a área de pintado	Esta actividad puede ser simplificada ya que se puede utilizar la zona de pintado para guardar los equipos	Aplicar el método propuesto de organizar el área de trabajo.
	Encender compresora	Esta actividad puede ser simplificada ya que se puede utilizar la zona de pintado para guardar los equipos	Aplicar el método propuesto.
	ir a mesa de recorte de plantillas	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto.
	verter thinner y pintura en pote vacío	Con la mano izquierda sostener el pote de pintura y en la derecha el thinner	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
	Mezclar manualmente la pintura y thinner con brocha pequeña	Luego con la mano izquierda sostener el pote y con la mano derecha mover la brocha para mezclar.	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
	Verter mezcla a soplete	Luego con la mano izquierda sostener el pote ya mezclado y verter al soplete con la mano derecha sostenida.	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
Verificar homogeneidad	Comprobar mezcla uniforme de thinner y pintura	Luego comprobar correctamente la mezcla de thinner con la pintura.	Aplicar método de trabajo.
Pintado lateral izquierdo	Trasladar soplete al área de pintado	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar método de trabajo, simplificar actividad
	Colocar soplete a compresora	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Posicionarse a lateral izquierdo de auto	Posicionarse a la parte lateral izquierdo del auto ya que esta mas cerca a la compresora.	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
	Sujetar plantilla manualmente	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Pintar zona seleccionada	Luego pintar correctamente el lado de la plantilla.	Aplicar método de trabajo.
Pintado lateral derecho	Posicionarse a lateral derecho de auto	Luego posicionarse a la parte lateral izquierdo del auto ya que esta mas cerca a la compresora.	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
	Sujetar plantilla manualmente	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Pintar zona seleccionada	Luego pintar correctamente el lado de la plantilla.	Aplicar método de trabajo.

Pintado Superior	Posicionarse a lado superior de auto	Luego posicionarse a la parte superior.	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
	Sujetar plantilla manualmente	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Pintar zona seleccionada	Luego pintar correctamente el lado de la plantilla.	Aplicar método de trabajo.
Pintado frontal	Posicionarse a lado frontal de auto	Luego posicionarse a la parte frontal.	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
	Sujetar plantilla manualmente	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Pintar zona seleccionada	Luego pintar correctamente el lado de la plantilla.	Aplicar método de trabajo.
Pintado posterior	Posicionarse a lado posterior de auto	Luego posicionarse a la parte posterior del auto .	Aplicar el método propuesto, reducir tiempo y movimiento.
	Sujetar plantilla manualmente	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Pintar zona seleccionada	Luego pintar correctamente el lado de la plantilla.	Aplicar método de trabajo.
Verificar imperfecciones	Comprobar correcto pintado de lateral izquierdo de auto	Luego de posicionarse verificar el correcto pintado	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Comprobar correcto pintado de lateral derecho de auto	Luego de posicionarse verificar el correcto pintado	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Comprobar correcto pintado de lado superior de auto	Luego de posicionarse verificar el correcto pintado	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Comprobar correcto pintado de lado frontal de auto	Luego de posicionarse verificar el correcto pintado	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
	Comprobar correcto pintado de lado posterior de auto	Luego de posicionarse verificar el correcto pintado	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad
Limpiar vehiculo	Ir a la zona de materiales de pintura	Esta actividad puede ser simplificada ya que se cambia el orden y se reduce el tiempo	Aplicar el método propuesto. Organizar el área de trabajo. Colocar los materiales en mesa de corte de plantillas
	Seleccionar waype	Se debería limpiar la superficie del carro no solo con waype sino también con un disolvente en caso de residuos difíciles de limpiar	Aplicar el método propuesto , simplificar actividad
	Trasladar waype al área de pintado	Esta actividad se puede simplificar ya que los materiales estarán en la mesa de corte de plantillas	Aplicar método propuesto, simplificar actividad.
	Pulido de zona pintada	Se debería utilizar aparte del waype, un disolvente que mejore el pulido de autos	Aplicar el método propuesto, simplificar actividad

Fuente: Elaboración propia

EVALUAR

Se procede a evaluar el costo del servicio del pintado previa a la implementación.

Costeo del Servicio inicial

Primero se determinaron los beneficios sociales de los trabajadores directos e indirectos, estos últimos se les paga en función al trabajo que realizan y considerando solo el proceso de pintado el aporte es mínimo, por lo tanto, se les divide entre la cantidad de servicios de la empresa. Luego se calcularon los costos de servicio del mes de noviembre 2019, al igual que los insumos para el pintado de vehículo. Finalmente, con los datos obtenidos, se calcula el costo inicial.

Luego, se realizó la suma de todos los costos del servicio de pintado, y mediante el registro de servicios realizados en el mes de noviembre 2019, se logró obtener el costo unitario.

Tabla 31: Beneficios sociales de los trabajadores

BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES										
PERSONAL	REMUNERACIÓN	COSTO PARA LA EMPRESA				COSTO TOTAL ANUAL	COSTO TOTAL MENSUAL	Servicios realizados x trab.	Costos x servicio de pintado	
		Sueldos (12 sueldos/año)	CTS (1 sueldo)	Gratificación (2 sueldos)	Essalud (9%)					
Maestro pintor	S/. 1,200.00	S/. 14,400.00	S/. 1,200.00	S/. 2,400.00	S/. 1,404.00	S/. 19,404.00	S/. 1,617.00	1	S/	1,617.00
Personal ventas	S/. 900.00	S/. 10,800.00	S/. 900.00	S/. 1,800.00	S/. 1,053.00	S/. 14,553.00	S/. 1,212.75	7	S/	173.25
Personal administración	S/. 900.00	S/. 10,800.00	S/. 900.00	S/. 1,800.00	S/. 1,053.00	S/. 14,553.00	S/. 1,212.75	7	S/	173.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Insumos para el pintado de vehículos livianos A1 - Pre-test

COSTOS DE SERVICIO (NOVIEMBRE 2019)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MANO DE OBRA DIRECTA					
Maestro pintor	sueldo	1	S/ 1,617.00	S/ 1,617.00	
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Personal Ventas	Sueldo	1	S/ 173.25	S/ 173.25	
Personal Administración	Sueldo	1	S/ 173.25	S/ 173.25	
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Gerente general	Sueldo	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	
COSTOS INDIRECTOS DEL SERVICIO					
Agua	Servicio	1	S/ 90.00	S/ 90.00	
Luz	Servicio	1	S/ 150.00	S/ 150.00	
Internet y telefono	Servicio	1	S/ 120.00	S/ 120.00	
			TOTAL	S/ 4,323.50	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Insumos para el pintado de vehículos livianos A1 - Pre-test

INSUMOS PARA EL PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS A1 - PRE - TEST				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Pintura	Galon	30	S/ 55.00	S/ 1,650.00
Thinner	Galon	25	S/ 37.00	S/ 925.00
Cartulina Duplex Calibre 12	Pliego	295	S/ 2.00	S/ 590.00
Waype	Kilos	15	S/ 12.00	S/ 180.00
			TOTAL	S/ 3,345.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Costos de Servicio (noviembre 2019 Pre-test)

COSTOS DE SERVICIO PRE-TEST	
PROMEDIOS MENSUAL DE SERVICIOS DE PINTADO REALIZADOS (Unid.)	40
INSUMOS	S/3,345.00
REPROCESO	S/669.00
COSTOS DE SERVICIO	S/4,323.50
TOTAL	S/8,337.50
COSTO UNITARIO	S/208.44

Fuente: Elaboración propia

El costo por unidad del pintado de vehículo liviano A1 es de s/208.44, con una cantidad de 50 servicios de pintado realizados en un periodo de 25 días trabajados en el mes de noviembre del 2019.

DETERMINAR

Para determinar el nuevo método de trabajo, es necesario realizar un manual de operaciones del proceso de pintado de vehículos livianos A1.

Este manual realiza un nuevo método de trabajo que está involucrando desde el ingreso del vehículo en el área de pintado, quiere decir del momento en que se elabora el DOP, DAP, DRP y por último las necesarias capacitaciones.

Como primer cambio respecto a la eliminación es la del almacenaje del soplete y compresora en el almacén, así como en la reducción de tiempos de otras operaciones y transportes, mientras que antes el almacén no aportaba nada en el proceso de pintado de vehículos livianos A1, por eso fue necesario eliminarlo del proceso, actualmente se muestra un nuevo orden, con la finalidad de reducir el trabajo del maestro pintor, eliminar movimientos innecesarios, tiempos improductivos y sobretiempos.

IMPLANTAR


























































Esta etapa es fundamental para el estudio de métodos que se está llevando a cabo, ya que el personal involucrado en el área de pintado se resiste a adaptarse al nuevo método, lo cual se comprende debido al tiempo en el cual van laborando.

Por otro lado, mejorar los procesos requiere de un apropiado y necesario compromiso de las partes interesadas, es decir, del personal a cargo de la dirección de la empresa y el dueño del taller.

De este modo, se realizó una reunión con el maestro pintor quien es el encargado y jefe del taller, al igual que la participación del gerente general, la mano de obra indirecta es decir la persona a cargo de la administración y ventas; para dialogar e informar el nuevo método de trabajo que se tiene en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 por medio del Diagrama de Actividades del Proceso mejorado (POST-TEST), de igual manera con sus respectivas ventajas al implementar.

La reunión tuvo resultados exitosos, en el cual la gerenta y los trabajadores entendieron el nuevo método de trabajo respecto a la disminución del tiempo en las operaciones teniendo un volumen diario y la reducción del costo de producción por servicio e incrementando la productividad en la empresa Adan Car E.I.R.L.

Tabla 35: Diagrama de Actividades del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (Setiembre 2020 Post-test)

Diagrama de Actividades de Procesos														
Proceso:		Pintado de Vehículos Livianos					Fecha:		Set-20					
Elaborado por:		Italo Giovanni Meincken Guillermo - Joaquin Huerta Pinglo					Empresa:		Adan Car E.I.R.L					
Area		Pintado					Servicio		Pintado de Vehículos livianos A1					
Método		PRE - TEST		POST - TEST			Aprobado por:		Alejandro Adan Ramos					
N°	Operación	Decripción de la Actividad						Distancia (m)	Tiempo (min)	VALOR		Observaciones		
										SI	NO			
1	Inspeccionar vehículo	Revisar estado de superficie del carro							00:00:38	x				
2	Limpiar superficie de carro	Ir al zona de materiales de pintura						3	00:00:12		x			
3		Seleccionar waype, iman sujetador y cartulina duplex calibre 12							00:00:06	x				
4		Trasladar iman y cartiluna duplex calibre 12 a mesa de recorte de plantilla						2	00:00:08	x				
5		Trasladar waype al area de pintado						1	00:00:05	x				
6		Limpiar superficie de carro							00:00:35	x				
7		Verificar limpieza de carro							00:00:07	x				
8		Ir a la mesa de recorte de plantilla						2	00:00:08			x		
9	Recortar plantillas	Seleccionar cartulina duplex calibre 12							00:00:03	x				
10		Recortar plantillas							00:01:35	x				
11	Verificar cantidad y corte	comprobar cantidad y calidad de plantillas requeridas							00:01:02	x				
12	Armar plantillas sobre auto	Seleccionar plantillas recortadas e iman sujetador							00:00:08	x				
13		Posicionarse al lateral izquierdo del auto						2	00:00:20			x		
14		Armar plantilla a lateral izquierdo del auto								00:01:36	x			
15		Posicionarse a lado frontal de auto						2	00:00:07			x		
16		Armar plantilla a lado frontal del auto								00:01:35	x			
17		Posicionarse al lateral derecho del auto						2	00:00:04				x	
18		Armar plantilla a lateral derecho del auto								00:01:41	x			
19		Posicionarse a lado superior de auto						2	00:00:07				x	
20		Armar plantilla a lado superior del auto								00:01:35	x			
21		Posicionarse a lado posterior de auto						2	00:00:08				x	
22		Armar plantilla a lado posterior del auto								00:01:40	x			
23	Verificar Armado	Comprobar correcto armado y sujeción de plantillas a zonas de pintado							00:01:28	x				
24	Mezclar pintura y thinner	Volver a zona de materiales de pintura						2	00:00:12			x		
25		seleccionar equipos de pintado								00:00:14	x			
26		Trasladar equipos de pintado al area de pintado						1	00:00:35	x				
27		Encender compresora								00:00:08	x			
28		Volver a zona de materiales de pintura						3	00:00:10				x	
29		Seleccionar materiales de pintado								00:00:12	x			
30		Trasladar materiales de pintado a mesa de recorte de plantillas						1	00:00:14	x				
31	Verificar homogeneidad	Mezclar manualmente la pintura							00:06:25	x				
32		Verter mezcla a soplete								00:00:15	x			
33	Verificar homogeneidad	Comprobar mezcla uniforme de thinner y pintura							00:01:00	x				
34	Pintado lateral izquierdo	Posicionarse a lateral izquierdo de auto						2	00:00:05				x	
35		Pintar zona seleccionada								00:13:13	x			
36	Pintado frontal	Posicionarse a lado frontal de auto						2	00:00:04				x	
37		Pintar zona seleccionada								00:13:14	x			
38	Pintado lateral derecho	Posicionarse a lateral derecho de auto						2	00:00:04				x	
39		Pintar zona seleccionada								00:11:06	x			
40	Pintado superior	Posicionarse a lado superior de auto						2	00:00:05				x	
41		Pintar zona seleccionada								00:11:50	x			
42	Pintado posterior	Posicionarse a lado posterior de auto						2	00:00:04				x	
43		Pintar zona seleccionada								00:10:10	x			
44	Verificar imperfecciones	Comprobar correcto pintado de lateral izquierdo de auto							00:00:43	x				
45		Comprobar correcto pintado delado frontal de auto							00:00:49	x				
46		Comprobar correcto pintado de lado derecho de auto							00:00:42	x				
47		Comprobar correcto pintado de lado superior de auto							00:00:50	x				
48		Comprobar correcto pintadode lado posterior de auto							00:00:46	x				
49	Limpiar vehiculo	Ir al a la mesa de recorte de plantilla						1	00:00:07				x	
50		Seleccionar waype								00:00:06	x			
51		Trasladar waype al area de pintado						1	00:00:06	x				
52		Pulido de zona pintada								00:09:00	x			
TOTAL:			22	10	20	0	0	37	01:53:00	37	15			

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en el Diagrama de Actividades, el proceso abarca 52 actividades, de las cuales, operaciones son 22, inspección 10 y transporte 20. Asimismo, se tiene en la distancia efectuada en metros para todas las actividades un total de 37 metros.

De tal modo, se han asignado condiciones de actividades, donde algunas son las que agregan valor al proceso y las que no agregan valor. El efecto de las 52 actividades, 37 agregan valor y 15 no agregan valor en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 en la empresa Adan Car E.I.R.L.


Seguidamente, se procede a realizar el porcentaje total de las actividades que agregan valor al proceso de pintado de vehículos livianos A1, el resultado es el siguiente:

$$IA = \frac{(\sum Av - \sum Anv)}{\sum Av} = \frac{(52 - 15)}{52} = 0.71 \times 100 = 71\%$$

En esta etapa, se evaluará al maestro pintor mientras desarrolla el nuevo método de trabajo, en caso de no haber entendido las nuevas secuencias, se procederá a hacer una nueva capacitación, con el fin de se pueda adaptar a esta nueva metodología.

Asimismo, se encuentra la nueva metodología de movimientos a realizar las operaciones que generan cuello de botella, mediante el diagrama bimanual, las cuales se visualizan a continuación:


Tabla 36: Diagrama bimanual – Operación 5: Pintado lateral izquierdo (Setiembre 2020 Post-test)

Diagrama Bimanual del Proceso de Pintado de Vehículos Livianos A1					
Metodo	Pre - Test	Post - Test	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado lateral izquierdo				
LUGAR	Area de pintado				
FECHA	Set-20				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete			➡	⬇	espera
Coge soplete			●	⬇	espera
se dirige a zona de pintado sosteniendo el soplete			➡	➡	Se dirige a zona de pintado sosteniendo compresora
sostiene soplete ensamblado			▼	⬇	Espera
sostiene soplete ensamblado			▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete ensamblado			▼	●	presiona plantillas
pinta zona seleccionada			●	●	presiona plantillas
RESUMEN					
MÉTODO			PROPUESTO		
			M.I		M.D
●			2		2
➡			2		2
⬇			0		3
▼			3		0
TOTAL			7		7

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia los movimientos de ambas manos a ejecutar la operación, de tal modo que se tienen 14 movimientos, de las cuales 4 son operaciones, 4 son movimientos, 3 en espera y 3 en sostener. Al comparar con el diagrama bimanual pre-test, es notable la disminución en la demora tanto en la mano izquierda como derecha.

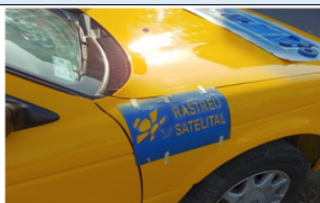
Tabla 37: Diagrama bimanual – Operación 6: Pintado frontal (Setiembre 2020 Post-test)

Diagrama Bimanual del Proceso de Pintado de Vehículos Livianos A1				
Metodo	Pre - Test	Post - Test	Disposicion del lugar de trabajo	
Empresa	Adan Car E.I.R.L			
Proceso	Pintado de vehiculos livianos A1			
Operación	Pintado frontal			
Lugar	Area de pintado			
Fecha	Set-20			
Descripcion mano izquierda		Símbolos		Descripcion mano derecha
		M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete		➡	⬇	espera
coge soplete		●	⬇	espera
Se dirige a zona de pintado		➡	➡	se dirige a zona de pintado
sostiene soplete		▼	⬇	espera
sostiene soplete		▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete		▼	●	presiona planillas
pinta zona seleccionada		●	●	presiona plantillas
Resumen				
Método		Propuesto		
		M.I		M.D
●		2		2
➡		2		2
⬇		0		3
▼		3		0
TOTAL		7		7

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar los movimientos de ambas manos al ejecutar la operación, de tal forma que se tienen 14 movimientos, de las cuales, 4 son operaciones, 4 son movimientos, 3 en espera y 3 en sostener. Al comparar con el diagrama bimanual pre-test, es notable la disminución en la demora tanto en la mano izquierda como derecha.


Tabla 38: Diagrama bimanual – Operación 7: Pintado lateral derecho (Setiembre 2020 Post-test)

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS A1					
METODO	PRE - TEST	POST - TEST	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado lateral derecho				
LUGAR	Area de pintado				
FECHA	Set-20				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
coge soplete			●	●	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a coger manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	coge manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	Extender manguera de aire
Se dirige a zona de pintado			➡	➡	Se dirige a zona de pintado
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete			▼	●	presionar plantillas
pinta zona seleccionada			●	●	presiona plantillas
RESUMEN					
MÉTODO			PROPUESTO		
			M.I		M.D
●			2		4
➡			1		3
●			0		1
▼			5		0
TOTAL			8		8

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar los movimientos de ambas manos al ejecutar la operación, de tal forma que se tienen 16 movimientos, de las cuales, 6 son operaciones, 4 son movimientos, 1 en espera y 5 en sostener. Al comparar con el diagrama bimanual pre-test, es notable la disminución en la demora tanto en la mano izquierda como derecha.


Tabla 39: Diagrama bimanual – Operación 8: Pintado superior (Setiembre 2020 Post-test)

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS A1					
METODO	PRE - TEST	POST - TEST	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado superior				
LUGAR	Area de pintado				
FECHA	Set-20				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete			➡	⬇	espera
coge soplete			●	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a coger manguera de aire
sostiene soplete			▼	●	coge manguera de aire
Se dirige a zona de pintado			➡	●	Extiende manguera de aire
pinta zona seleccionada			●	▼	sostiene manguera de aire
RESUMEN					
MÉTODO			PROPUESTO		
			M.I		M.D
●			2		2
➡			2		1
⬇			0		2
▼			2		1
TOTAL			6		6

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar los movimientos de ambas manos al ejecutar la operación, de tal forma que se tienen 12 movimientos, de las cuales, 4 son operaciones, 3 son movimientos, 2 en demora y 3 en sostener. Al comparar con el diagrama bimanual pre-test, es notable la disminución en la demora tanto en la mano izquierda como derecha.

Tabla 40: Diagrama bimanual – Operación 9: Pintado posterior (Setiembre 2020 Post-test)

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS A1					
METODO	PRE - TEST	POST - TEST	Disposicion del lugar de trabajo		
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				
PROCESO	Pintado de vehiculos livianos A1				
OPERACIÓN	Pintado posterior				
LUGAR	Area de pintado				
FECHA	Set-20				
Descripcion mano izquierda			Símbolos		Descripcion mano derecha
			M.I	M.D	
Se dirige a coger soplete			➡	⬇	espera
coge soplete			●	⬇	espera
Se dirige a zona de pintado			➡	➡	Se dirige a zona de pintado
sostiene soplete			▼	⬇	espera
sostiene soplete			▼	➡	se dirige a presionar plantillas
sostiene soplete			▼	●	presiona plantillas
pintar zona seleccionada			●	●	presiona plantillas
RESUMEN					
MÉTODO			PROPUESTO		
			M.I		M.D
●			2		2
➡			2		2
⬇			0		3
▼			3		0
TOTAL			7		7

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar los movimientos de ambas manos al ejecutar la operación, de tal forma que se tienen 14 movimientos, de las cuales, 4 son operaciones, 4 son movimientos, 3 en demora y 3 en sostener. Al comparar con el diagrama bimanual pre-test, es notable la disminución en la demora tanto en la mano izquierda como derecha.

MANTENER

Después de haber implementado el nuevo método, se realiza la última etapa de mantener.

La mayoría de los trabajadores tienden a regresar a su anterior método de trabajo, eso es comprensible ya que han estado varios meses ejecutando habilidades continuas, por esta razón en esta etapa se llevará un control para cada trabajador ya sea mano de obra directa o indirecta, con el fin de conservar lo explicado en las capacitaciones en relación a la nueva metodología de trabajo.

El control se llevará a cabo con el encargado del taller y el gerente general de la empresa, quienes se encuentran muy comprometidos con el nuevo método de trabajo.

De tal modo, que el control se realizará 2 veces por semana, durante 2 meses, tiempo aproximado para la sostenibilidad del nuevo método de trabajo, al igual que mantener comunicación con el gerente general de la empresa el tiempo que sea necesario.

En caso se muestren trabajadores que no estén realizando el nuevo método de trabajo, se empleará un interrogatorio o Likert, para saber el motivo de dicha actitud en el momento del trabajo.

Después, se mantendrán las capacitaciones hasta que el operario adopte completamente el nuevo método de trabajo en el proceso y se consultará el manual de operaciones.

Distribución de Planta

Para un óptimo recorrido del proceso de pintado de vehículo livianos A1, se aplicó una propuesta de una nueva distribución de planta, teniéndose como propósito lo siguiente:

- Desarrollar la eficiencia en el flujo del pintado de vehículos.
- Otorgar un ambiente limpio, organizado para que el personal dentro del taller realice adecuadamente su trabajo.
- Evitar movimientos innecesarios y tiempos improductivos.

- Cambiar el espacio de trabajo (zona de materiales de pintado).
- Asegurar la calidad del servicio.

Por ello se tomó en cuenta lo siguiente:

Los trabajadores dentro del taller deben de contar con un lugar de trabajo adecuado para el desempeño de sus actividades y desarrollo de cada operación.

Además, se realizó un cambio de ambiente de trabajo, posicionando a la zona de materiales de pintura cercana a la mesa de recorte de plantillas para que exista una mejor fluidez en el proceso de pintado de vehículos livianos y las operaciones que realiza el maestro pintor.

Es por ello que, a través de los cambios realizados en el área de pintado y una mejora en la distribución del lugar de trabajo, se redujeron los tiempos improductivos, los movimientos innecesarios para el pintado, como también los reprocesos en el pintado de vehículos.

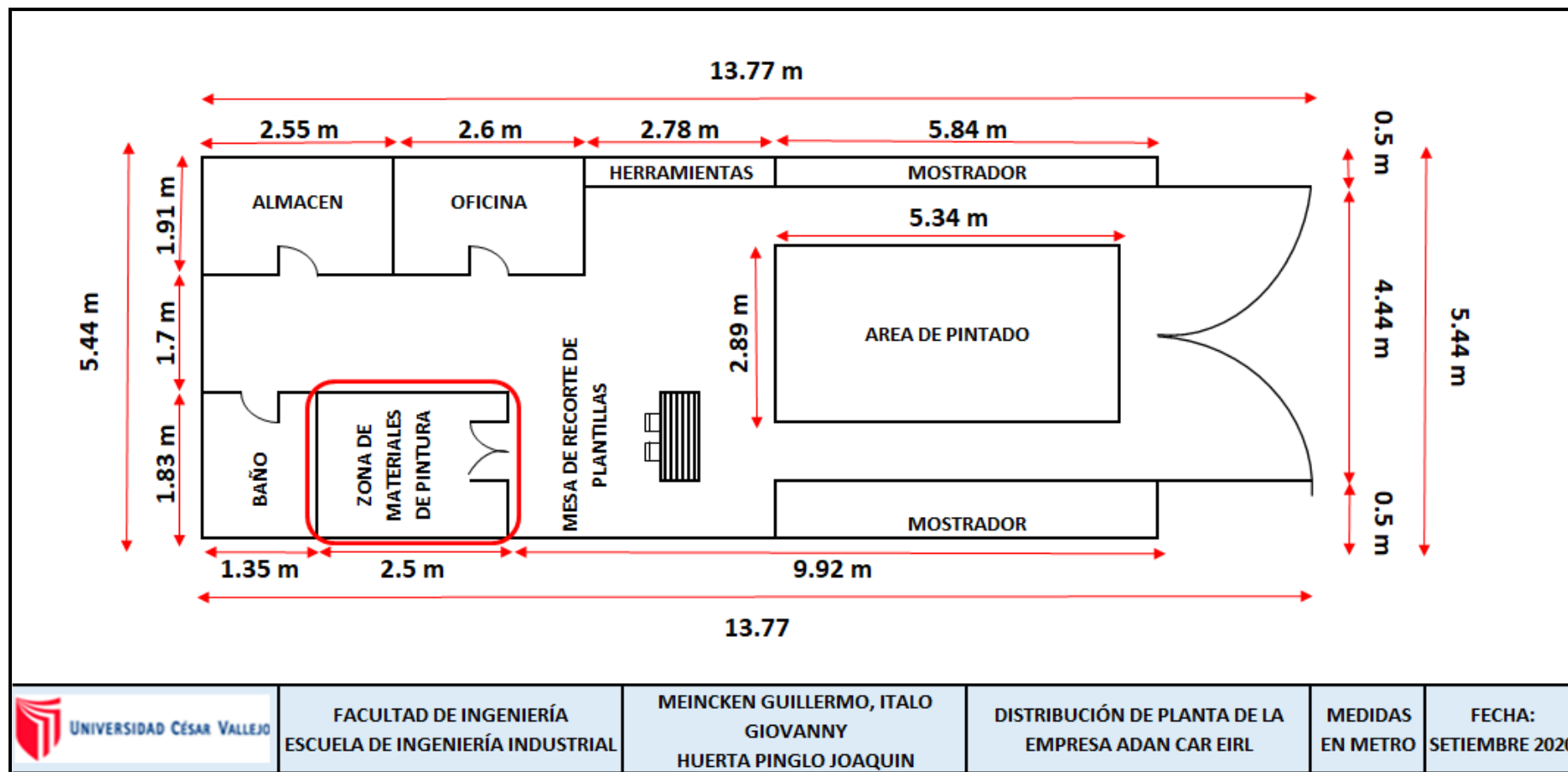


Figura 7: Diagrama de distribución de planta actual (Setiembre 2020 Post-test)

Fuente: Elaboración propia

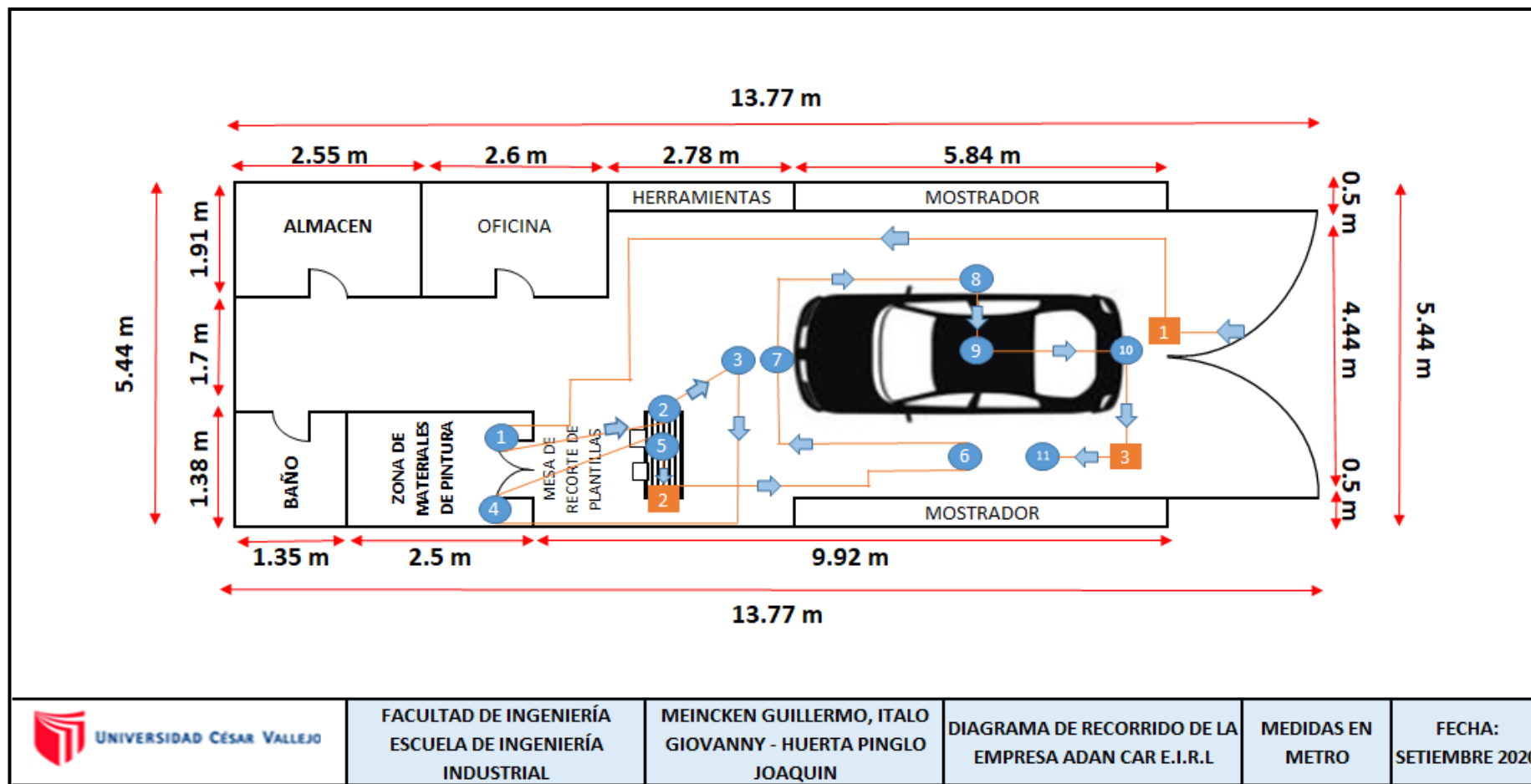


Figura 8: Diagrama de recorrido actual (Setiembre 2020 Post-test)

Fuente: Elaboración propia

CAPACITACIÓN PERSONAL TALLER

Después de establecer la propuesta de mejora, procedemos a realizar capacitaciones en el taller, cabe resaltar que solo trabajan 3 personas de las cuales solo una se encarga del proceso de pintado de vehículo directamente, mientras que las demás son consideradas como mano de obra indirecta, al desempeñarse en el ámbito administrativo y ventas.

Esta capacitación se llevó a cabo gracias a la autorización del gerente general y el encargado del taller, el cual fue programado de la siguiente manera: (Ver anexo 52)

a. Selección de las personas interesadas

Todo el personal que participe ya sea de directa e indirectamente con el área de pintado de vehículos ligeros, además del gerente general de la empresa.

b. Preparación de equipos y materiales de capacitación

Se tuvo que preparar materiales para llevar a cabo una mejor capacitación y lograr que los participantes puedan tener una mayor comprensión de lo que se está realizando y por qué se está realizando. Se elaboró para fines didácticos lo siguiente:

- Elaboración de un manual de operaciones
- Trípticos
- Lapiceros y hojas bond

c. Responsabilidades

El gerente general de la empresa y el jefe el taller son los responsables de aprobar el nuevo método de trabajo.

d. Documentos a consultar.

Secuencia de operaciones (Ver figura 4)

Manual de Operaciones (Ver anexo 53)

e. Definiciones

El maestro pintor tendrá que familiarizarse con la nueva secuencia de operaciones, como también en los tiempos en cada una de ellas.

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Seguidamente, se muestran los resultados de la implementación de la propuesta de mejora para mejorar la productividad en la empresa Adan Car E.I.R.L.

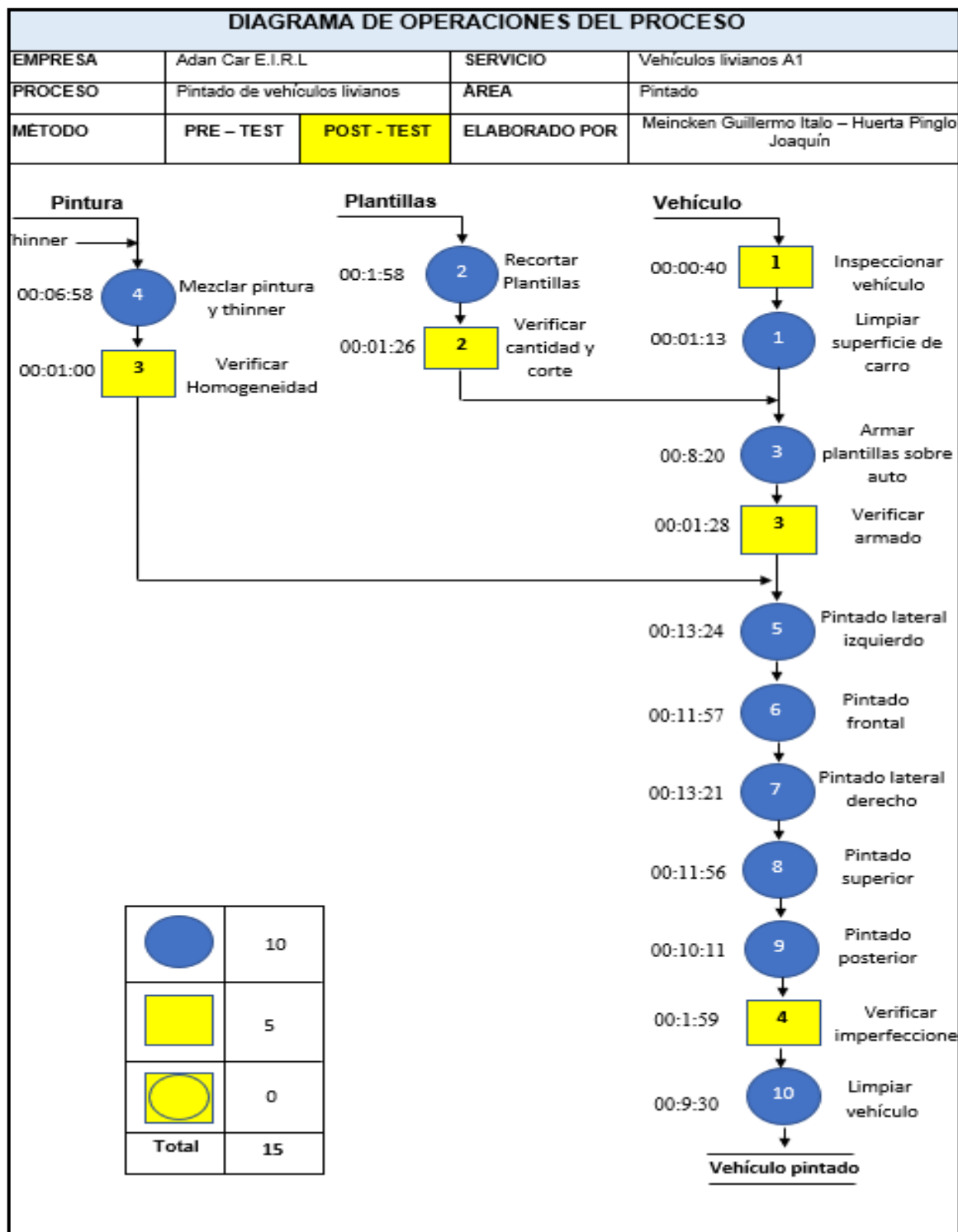


Figura 9: Diagrama de Operaciones del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (Setiembre 2020 Post-test)

Fuente: Elaboración propia

Como se indicó anteriormente, se empezó a ejecutar la propuesta de mejora en las operaciones que generaban cuellos de botella, por ende, hemos cambiado el orden de las operaciones de pintado para que el trayecto sea menor, lo que resulta una variación con respecto al Pre-Test (Ver figura 4) para así desarrollar un mejor proceso de pintado de vehículos livianos A1.

RESULTADOS DIMENSIÓN ESTUDIO DE MÉTODOS

Se define el nuevo Diagrama de Actividades del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 de la empresa Adan Car E.I.R.L.

Tabla 41: Diagrama de Actividades del Proceso de pintado de vehículos livianos A1 (Setiembre 2020 Post-test)

Diagrama de Actividades de Procesos											
Proceso:		Pintado de Vehículos Livianos					Fecha:	Set-20			
Elaborado por:		Italo Giovanni Meincken Guillermo - Joaquín Huerta Pinglo					Empresa:	Adan Car E.I.R.L.			
Área:		Pintado					Servicio:	Pintado de Vehículos livianos A1			
Método:		PRE - TEST POST - TEST					Aprobado por:	Alejandro Adan Ramos			
N°	Operación	Descripción de la Actividad					Distancia (m)	Tiempo (min)	VALOR		Observaciones
									SI	NO	
1	Inspeccionar vehículo	Revisar estado de superficie del carro						00:00:38	x		
2	Limpiar superficie de carro	Ir al zona de materiales de pintura					3	00:00:12		x	
3		Seleccionar waype, iman sujetador y cartulina duplex calibre 12						00:00:06	x		
4		Trasladar iman y cartulina duplex calibre 12 a mesa de recorte de plantilla					2	00:00:08	x		
5		Trasladar waype al area de pintado					1	00:00:05	x		
6		Limpiar superficie de carro						00:00:35	x		
7		Verificar limpieza de carro						00:00:07	x		
8		Ir a la mesa de recorte de plantilla					2	00:00:08		x	
9	Recortar plantillas	Seleccionar cartulina duplex calibre 12						00:00:03	x		
10		Recortar plantillas						00:01:35	x		
11	Verificar cantidad y corte	comprobar cantidad y calidad de plantillas requeridas						00:01:02	x		
12	Armar plantillas sobre auto	Seleccionar plantillas recortadas e iman sujetador						00:00:08	x		
13		Posicionarse al lateral izquierdo del auto					2	00:00:20		x	
14		Armar plantilla a lateral izquierdo del auto						00:01:36	x		
15		Posicionarse a lado frontal de auto					2	00:00:07		x	
16		Armar plantilla a lado frontal del auto						00:01:35	x		
17		Posicionarse al lateral derecho del auto					2	00:00:04		x	
18		Armar plantilla a lateral derecho del auto						00:01:41	x		
19		Posicionarse a lado superior de auto					2	00:00:07		x	
20		Armar plantilla a lado superior del auto						00:01:35	x		
21		Posicionarse a lado posterior de auto					2	00:00:08		x	
22		Armar plantilla a lado posterior del auto						00:01:40	x		
23	Verificar Armado	Comprobar correcto armado y sujeción de plantillas a zonas de pintado						00:01:28	x		
24	Mezclar pintura y thinner	Volver a zona de materiales de pintura					2	00:00:12		x	
25		seleccionar equipos de pintado						00:00:14	x		
26		Trasladar equipos de pintado al area de pintado					1	00:00:35	x		
27		Encender compresora						00:00:08	x		
28		Volver a zona de materiales de pintura					3	00:00:10		x	
29		Seleccionar materiales de pintado						00:00:12	x		
30		Trasladar materiales de pintado a mesa de recorte de plantillas					1	00:00:14	x		
31		Mezclar manualmente la pintura						00:06:25	x		
32		Verter mezcla a soplete						00:00:15	x		

33	Verificar homogeneidad	Comprobar mezcla uniforme de thinner y pintura						00:01:00	x		
34	Pintado lateral izquierdo	Posicionarse a lateral izquierdo de auto				2		00:00:05		x	
35		Pintar zona seleccionada						00:13:13	x		
36	Pintado frontal	Posicionarse a lado frontal de auto				2		00:00:04		x	
37		Pintar zona seleccionada						00:13:14	x		
38	Pintado lateral derecho	Posicionarse a lateral derecho de auto				2		00:00:04		x	
39		Pintar zona seleccionada						00:11:06	x		
40	Pintado superior	Posicionarse a lado superior de auto				2		00:00:05		x	
41		Pintar zona seleccionada						00:11:50	x		
42	Pintado posterior	Posicionarse a lado posterior de auto				2		00:00:04		x	
43		Pintar zona seleccionada						00:10:10	x		
44	Verificar imperfecciones	Comprobar correcto pintado de lateral izquierdo de auto						00:00:43	x		
45		Comprobar correcto pintado delado frontal de auto						00:00:49	x		
46		Comprobar correcto pintado de lado derecho de auto						00:00:42	x		
47		Comprobar correcto pintado de lado superior de auto						00:00:50	x		
48		Comprobar correcto pintadode lado posterior de auto						00:00:46	x		
49	Limpiar vehiculo	Ir al a mesa de recorte de plantilla				1		00:00:07		x	
50		Seleccionar waype						00:00:06	x		
51		Trasladar waype al area de pintado				1		00:00:06	x		
52		Pulido de zona pintada						00:09:00	x		
TOTAL:			22	10	20	0	0	37	01:53:00	37	15

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en el Diagrama de Actividades, el proceso consta de 52 actividades, de las cuales, operaciones son 22, inspección 10 y transporte 20. Asimismo, se tiene en la distancia efectuada en metros para todas las actividades con un total de 37 metros.

De tal modo, se han asignado condiciones de actividades, donde algunas son que agregan valor al proceso y las que no agregan valor. El efecto de las 52 actividades, 37 agregan valor y 15 no agregan valor en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 en la empresa Adan Car E.I.R.L.

Seguidamente, se procede a realizar el porcentaje total de las actividades que agregan valor al proceso de pintado de vehículos livianos A1, el resultado es el siguiente:

$$IA = \frac{(\sum Av - \sum Anv)}{\sum Av} = \frac{(52 - 15)}{52} = 0.71 \times 100 = 71\%$$

En la siguiente tabla y figura se hará la comparación de los resultados del Estudio de Métodos del Pre-test y Post-test como se observa a continuación:

Tabla 42: Resultados de Estudio de Métodos (Pre-test vs. Post-test)

	PRE-TEST	POST-TEST
AAV	56%	71%
ANV	44%	29%

Fuente: Elaboración propia

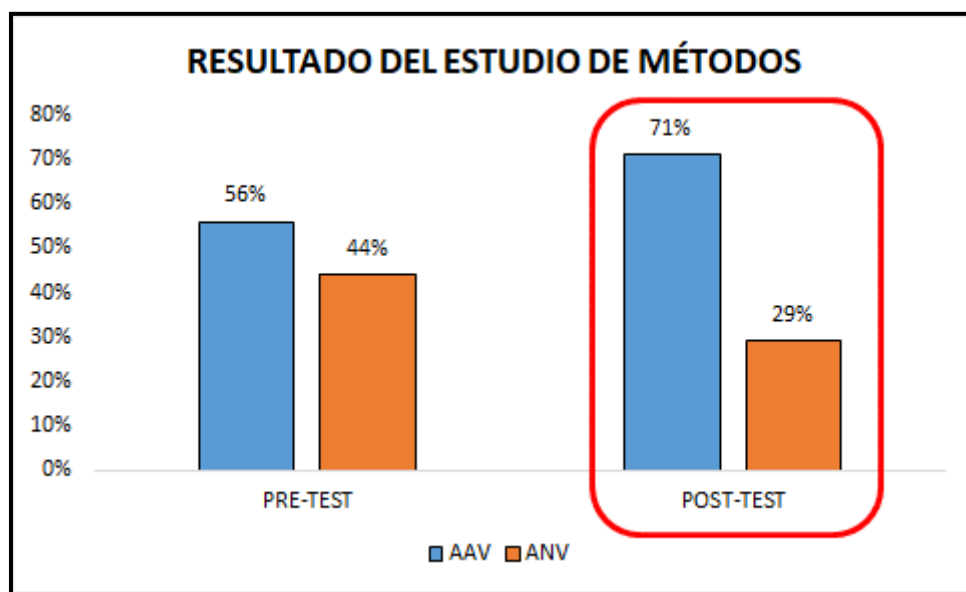


Figura 10: Resultados de Estudio de Métodos (Pre-test vs. Post-test)

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DIMENSIÓN ESTUDIO DE TIEMPOS

TOMA DE TIEMPOS (POST-TEST)

A continuación, se realizará la toma de tiempos del mes de Setiembre 2020, considerando 30 tiempos observados para detallar el número de muestras y establecer los tiempos estándar nuevo en cada operación del proceso de pintado de vehículos livianos A1 de la empresa Adan Car E.I.R.L.

Tabla 43: Registro de toma de tiempos (Setiembre 2020 Post-test) – Segundos

TOMA DE TIEMPOS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS																																	
N°	OPERACIONES	EMPRESA		Adan Car E.I.R.L																	AREA		Pintado										
		MÉTODO		PRE - TEST							POST-TEST										PROCESO		Pintado de vehículos Livianos										
		ELABORADO POR		MEINCKEN GUILLERMO ITALO GIOVANNY - HUERTA PINGLO JOAQUÍN																	SERVICIO		Vehículos Livianos A1										
		TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS EN SEGUNDOS																															
		To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	To11	To12	To13	To14	To15	To16	To17	To18	To19	To20	To21	To22	To23	To24	To25	To26	To27	To28	To29	To30	Promedio	
Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg			
1	Inspeccionar vehículo	23	24	23	25	23	24	24	23	23	24	24	23	23	24	24	23	23	25	24	23	25	25	23	24	24	23	24	25	24	23	23.73	
2	Limpiar superficie de vehículo	67	69	66	67	66	66	66	70	65	67	67	68	66	69	67	68	70	67	68	67	69	66	68	67	68	69	67	68	68	69	67.50	
3	Recortar plantillas	105	102	100	94	98	101	102	102	104	100	95	99	99	100	102	101	103	99	99	98	97	101	99	99	101	100	99	98	94	104	99.83	
4	Verificar cantidad y corte	77	74	77	75	78	77	77	78	79	75	76	75	78	75	75	75	75	74	78	75	75	75	78	74	72	73	73	72	72	73	75.33	
5	Amar plantillas sobre auto	480	490	494	450	472	500	484	483	495	452	482	491	510	480	451	490	550	496	550	510	540	492	495	492	495	492	493	496	492	493	493.00	
6	Verificar armado	70	81	75	75	80	77	79	76	76	79	76	80	76	74	77	78	75	76	76	72	80	74	80	75	79	76	80	79	76	77	76.80	
7	Mezclar pintura y thinner	400	410	413	410	405	385	385	410	401	406	420	403	409	410	414	405	405	390	390	400	410	420	400	420	390	400	415	420	400	420	405.53	
8	Verificar homogeneidad	59	62	63	59	61	60	64	60	61	59	63	64	60	60	65	61	62	64	61	65	61	61	60	60	61	61	64	65	61	63	61.67	
9	Pintado lateral izquierdo	690	685	705	683	693	685	716	692	680	680	705	710	713	645	715	715	714	712	658	675	711	714	719	704	718	695	711	712	675	710	698.00	
10	Pintado lateral derecho	705	725	705	681	685	678	715	690	682	713	692	678	681	704	706	690	710	711	720	710	705	725	711	690	700	704	711	690	708	728	701.77	
11	Pintado superior	690	710	711	720	710	705	725	711	690	700	704	711	690	708	728	705	725	705	681	685	678	715	690	682	713	692	678	681	704	706	701.77	
12	Pintado frontal	645	715	715	714	712	658	675	711	714	719	704	718	695	711	712	675	710	690	685	705	683	693	685	716	692	680	680	705	710	713	698.00	
13	Pintado posterior	625	620	625	620	624	585	621	631	590	610	604	620	621	610	587	605	600	589	621	605	625	621	605	581	582	530	619	615	603	610	606.80	
14	Verificar imperfecciones	115	108	110	112	115	123	112	108	113	111	115	116	119	112	114	117	112	120	120	112	118	113	118	109	110	119	119	108	110	115	114.10	
15	Limpiar vehículo	520	580	520	575	535	545	536	541	535	525	578	541	572	579	570	565	536	542	570	579	574	564	538	577	574	556	557	565	549	560	555.27	
	Tiempo total (Seg)	5271	5455	5402	5360	5357	5269	5381	5386	5308	5320	5405	5397	5412	5361	5407	5373	5470	5360	5401	5381	5451	5459	5369	5370	5379	5270	5390	5399	5346	5464	5379.10	
	Tiempo total (Min)	87.85	90.92	90.03	89.33	89.28	87.82	89.68	89.77	88.47	88.67	90.08	89.95	90.20	89.35	90.12	89.55	91.17	89.33	90.02	89.68	90.85	90.98	89.48	89.50	89.65	87.83	89.83	89.98	89.10	91.07	89.65	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Registro de toma de tiempos (Setiembre 2020 Post-test) – Minutos

TOMA DE TIEMPOS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS																																
N°	OPERACIONES	EMPRESA			Adan Car E.I.R.L																AREA			Pintado								
		MÉTODO			PRE - TEST								POST-TEST								PROCESO			Pintado de vehículos Livianos								
		ELABORADO POR			MEINCKEN GUILLERMO ITALO GIOVANNY - HUERTA PINGLO JOAQUÍN																SERVICIO			Vehículos Livianos A1								
		TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS																														
		To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	To11	To12	To12	To13	To14	To15	To16	To17	To18	To19	To20	To21	To22	To23	To24	To25	To26	To27	To28	To29	Promedio
Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	
1	Inspeccionar vehículo	0.3833	0.4000	0.3833	0.4167	0.3833	0.4000	0.4000	0.3833	0.3833	0.4000	0.4000	0.3833	0.3833	0.4000	0.4000	0.3833	0.3833	0.4167	0.4000	0.3833	0.4167	0.4167	0.3833	0.4000	0.4000	0.3833	0.4000	0.4167	0.4000	0.3833	0.40
2	Limpiar superficie de vehículo	1.1167	1.1500	1.1000	1.1167	1.1000	1.1000	1.1000	1.1667	1.0833	1.1167	1.1167	1.1333	1.1000	1.1500	1.1167	1.1333	1.1667	1.1167	1.1333	1.1167	1.1500	1.1000	1.1333	1.1167	1.1333	1.1500	1.1167	1.1333	1.1333	1.1500	1.13
3	Recortar plantillas	1.7500	1.7000	1.6667	1.5667	1.6333	1.6833	1.7000	1.7000	1.7333	1.6667	1.5833	1.6500	1.6500	1.6667	1.7000	1.6833	1.7167	1.6500	1.6500	1.6333	1.6167	1.6833	1.6500	1.6500	1.6833	1.6667	1.6500	1.6333	1.5667	1.7333	1.66
4	Verificar cantidad y corte	1.2833	1.2333	1.2833	1.2500	1.3000	1.2833	1.2833	1.3000	1.3167	1.2500	1.2667	1.2500	1.3000	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2333	1.3000	1.2500	1.2500	1.2500	1.3000	1.2333	1.2000	1.2167	1.2167	1.2000	1.2000	1.2167	1.26
5	Armar plantillas sobre auto	8.0000	8.1667	8.2333	7.5000	7.8667	8.3333	8.0667	8.0500	8.2500	7.5333	8.0333	8.1833	8.5000	8.0000	7.5167	8.1667	9.1667	8.2667	9.1667	8.5000	9.0000	8.2000	8.2500	8.2000	8.2500	8.2000	8.2167	8.2667	8.2000	8.2167	8.22
6	Verificar armado	1.1667	1.3500	1.2500	1.2500	1.3333	1.2833	1.3167	1.2667	1.2667	1.3167	1.2667	1.3333	1.2667	1.2333	1.2833	1.3000	1.2500	1.2667	1.2667	1.2000	1.3333	1.2333	1.3333	1.2500	1.3167	1.2667	1.3333	1.3167	1.2667	1.2833	1.28
7	Mezclar pintura y thinner	6.6667	6.8333	6.8833	6.8333	6.7500	6.4167	6.4167	6.8333	6.6833	6.7667	7.0000	6.7167	6.8167	6.8333	6.9000	6.7500	6.7500	6.5000	6.5000	6.6667	6.8333	7.0000	6.6667	7.0000	6.5000	6.6667	6.9167	7.0000	6.6667	7.0000	6.76
8	Verificar homogeneidad	0.9833	1.0333	1.0500	0.9833	1.0167	1.0000	1.0667	1.0000	1.0167	0.9833	1.0500	1.0667	1.0000	1.0000	1.0833	1.0167	1.0333	1.0667	1.0167	1.0833	1.0167	1.0167	1.0000	1.0000	1.0167	1.0167	1.0667	1.0833	1.0167	1.0500	1.03
9	Pintado lateral izquierdo	11.5000	11.4167	11.7500	11.3833	11.5500	11.4167	11.9333	11.5333	11.3333	11.3333	11.7500	11.8333	11.8833	10.7500	11.9167	11.9167	11.9000	11.8667	10.9667	11.2500	11.8500	11.9000	11.9833	11.7333	11.9667	11.5833	11.8500	11.8667	11.2500	11.8333	11.63
10	Pintado lateral derecho	11.7500	12.0833	11.7500	11.3500	11.4167	11.3000	11.9167	11.5000	11.3667	11.8833	11.5333	11.3000	11.3500	11.7333	11.7667	11.5000	11.8333	11.8500	12.0000	11.8333	11.7500	12.0833	11.8500	11.5000	11.6667	11.7333	11.8500	11.5000	11.8000	12.1333	11.70
11	Pintado superior	11.5000	11.8333	11.8500	12.0000	11.8333	11.7500	12.0833	11.8500	11.5000	11.6667	11.7333	11.8500	11.5000	11.8000	12.1333	11.7500	12.0833	11.7500	11.3500	11.4167	11.3000	11.9167	11.5000	11.3667	11.8833	11.5333	11.3000	11.3500	11.7333	11.7667	11.70
12	Pintado frontal	10.7500	11.9167	11.9167	11.9000	11.8667	10.9667	11.2500	11.8500	11.9000	11.9833	11.7333	11.9667	11.5833	11.8500	11.8667	11.2500	11.8333	11.5000	11.4167	11.7500	11.3833	11.5500	11.4167	11.9333	11.5333	11.3333	11.3333	11.7500	11.8333	11.8833	11.63
13	Pintado posterior	10.4167	10.3333	10.4167	10.3333	10.4000	9.7500	10.3500	10.5167	9.8333	10.1667	10.0667	10.3333	10.3500	10.1667	9.7833	10.0833	10.0000	9.8167	10.3500	10.0833	10.4167	10.3500	10.0833	9.6833	9.7000	8.8333	10.3167	10.2500	10.0500	10.1667	10.11
14	Verificar imperfecciones	1.9167	1.8000	1.8333	1.8667	1.9167	2.0500	1.8667	1.8000	1.8833	1.8500	1.9167	1.9333	1.9833	1.8667	1.9000	1.9500	1.8667	2.0000	2.0000	1.8667	1.9667	1.8833	1.9667	1.8167	1.8333	1.9833	1.9833	1.8000	1.8333	1.9167	1.90
15	Limpiar vehículo	8.6667	9.6667	8.6667	9.5833	8.9167	9.0833	8.9333	9.0167	8.9167	8.7500	9.6333	9.0167	9.5333	9.6500	9.5000	9.4167	8.9333	9.0333	9.5000	9.6500	9.5667	9.4000	8.9667	9.6167	9.5667	9.2667	9.2833	9.4167	9.1500	9.3333	9.25
	Tiempo total (Min)	87.85	90.9167	90.0333	89.33333	89.28333	87.8167	89.6833	89.76667	88.4667	88.6667	90.0833	89.95	90.2	89.35	90.1167	89.55	91.1667	89.3333	90.0167	89.6833	90.85	90.9833	89.48333	89.5	89.65	87.83333	89.8333	89.9833	89.1	91.0667	89.65
	Tiempo total (Horas)	1.46	1.52	1.50	1.49	1.49	1.46	1.49	1.50	1.47	1.48	1.50	1.50	1.50	1.49	1.50	1.49	1.52	1.49	1.50	1.49	1.51	1.52	1.49	1.49	1.49	1.46	1.50	1.50	1.49	1.52	1.49

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los tiempos del mes de Setiembre 2020, donde se identifica que el mayor tiempo se tienen en el día 16 con 91.17 minutos, por otro lado, se tiene el menor tiempo en el día 6 con 87.82 minutos. Al contrastar entre la toma de tiempos actual y el anterior, la diferencia fue se disminuyó el tiempo.

Tabla 45: Cálculo de número de muestras (Setiembre 2020 Post-test)

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS				
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L		ÁREA	Pintado
MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	PROCESO	Pintado de vehículos Livianos
ELABORADO POR:	Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin		SERVICIO	Vehículos Livianos A1
ITEM	OPERACIÓN	Σx	Σx²	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$
1	Inspeccionar vehículo	11.87	4.70	2
2	Limpiar superficie de vehículo	33.75	37.98	1
3	Recortar plantillas	49.92	83.11	1
4	Verificar cantidad y corte	37.67	47.33	1
5	Armar plantillas sobre auto	246.50	2029.79	3
6	Verificar armado	38.40	49.21	2
7	Mezclar pintura y thinner	202.77	1371.35	1
8	Verificar homogeneidad	30.83	31.72	1
9	Pintado lateral izquierdo	349.00	4062.93	1
10	Pintado lateral derecho	350.88	4105.69	1
11	Pintado superior	350.88	4105.69	1
12	Pintado frontal	349.00	4062.93	1
13	Pintado posterior	303.40	3071.77	2
14	Verificar imperfecciones	57.05	108.63	2
15	Limpiar vehículo	277.63	2572.35	2
Total:				22

Fuente: Elaboración propia

Se observa que para calcular el número de muestras se utilizó la fórmula de Kanawaty, para ello se tomó en cuenta los tiempos observados de la tabla anterior.

Tabla 46: Cálculo del promedio de número de muestras (Setiembre 2020 Post-test)

CÁLCULO DEL PROMEDIO DE NÚMERO DE MUESTRAS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS						
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L				ÁREA	Pintado
MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST		PROCESO		Pintado de vehículos Livianos
ELABORADO POR:	Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquín			SERVICIO		Vehículos Livianos A1
ITEM	OPERACIÓN	NUMERO DE MUESTRAS				PROMEDIO
		1	2	3	4	
1	Inspeccionar vehículo	0.38	0.40			0.39
2	Limpiar superficie de vehículo	1.12				1.12
3	Recortar plantillas	1.75				1.75
4	Verificar cantidad y corte	1.28				1.28
5	Armar plantillas sobre auto	8.00	8.17	8.23		8.13
6	Verificar armado	1.17	1.35			1.26
7	Mezclar pintura y thinner	6.67				6.67
8	Verificar homogeneidad	0.98				0.98
9	Pintado lateral izquierdo	11.50				11.50
10	Pintado lateral derecho	11.75				11.75
11	Pintado superior	11.50				11.50
12	Pintado frontal	10.75				10.75
13	Pintado posterior	10.42	10.33			10.38
14	Verificar imperfecciones	1.92	1.80			1.86
15	Limpiar vehículo	8.67	9.67			9.17
Total:						88.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Cálculo del tiempo estándar (Setiembre 2020 Post-test)

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR - PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS													
N°	OPERACIÓN	EMPRESA		Adan Car E.I.R.L				ÁREA	Pintado				
		MÉTODO		PRE-TEST		POST-TEST		PROCESO	Pintado de vehículos Livianos				
		ELABORADO POR		Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin				SERVICIO	Vehículos Livianos A1				
		TIPO DE OPERACIÓN	PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO	WESTINGHOUSE				1+ FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS		1+ SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
				H	E	CD	CS			C	V		
1	Inspeccionar vehículo	Inspección	0.39	-0.1	-0.04	-0.03	0.01	0.84	0.33	0.05	0.02	1.07	0.35
2	Limpiar superficie de vehículo	Manual	1.12	-0.05	-0.04	0.00	0.01	0.92	1.03	0.09	0.02	1.11	1.14
3	Recortar plantillas	Manual	1.75	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.97	1.70	0.09	0.02	1.11	1.88
4	Verificar cantidad y corte	Verificación	1.28	-0.1	-0.04	-0.03	0.00	0.83	1.07	0.09	0.06	1.15	1.22
5	Armar plantillas sobre auto	Manual	8.13	-0.1	0.00	-0.03	0.00	0.87	7.08	0.05	0.02	1.07	7.57
6	Verificar armado	Verificación	1.26	-0.10	-0.04	-0.03	0.01	0.84	1.06	0.09	0.02	1.11	1.17
7	Mezclar pintura y thinner	Manual	6.67	-0.05	-0.04	-0.03	0.01	0.89	5.93	0.05	0.02	1.07	6.35
8	Verificar homogeneidad	Verificación	0.98	-0.1	-0.04	-0.03	0.01	0.84	0.83	0.09	0.02	1.11	0.92
9	Pintado lateral izquierdo	Manual - Equipo	11.50	-0.05	0.02	-0.03	0.00	0.94	10.81	0.09	0.07	1.16	12.54
10	Pintado lateral derecho	Manual - Equipo	11.75	-0.05	0.02	-0.03	0.00	0.94	11.05	0.09	0.07	1.16	12.81
11	Pintado superior	Manual - Equipo	11.50	-0.05	0.02	-0.03	0.00	0.94	10.81	0.09	0.07	1.16	12.54
12	Pintado frontal	Manual - Equipo	10.75	-0.05	0.02	-0.03	0.00	0.94	10.11	0.09	0.07	1.16	11.72
13	Pintado posterior	Manual - Equipo	10.38	-0.05	0.02	-0.03	0.00	0.94	9.75	0.09	0.07	1.16	11.31
14	Verificar imperfecciones	Verificación	1.86	-0.1	-0.04	-0.03	0.01	0.84	1.56	0.09	0.02	1.11	1.73
15	Limpiar vehículo	Manual	9.17	-0.05	-0.04	-0.03	0.01	0.89	8.16	0.09	0.04	1.13	9.22
			88.48						81.25	Total tiempo (min):			92.49

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del tiempo estándar nuevo del proceso de pintado de vehículos livianos A1 en la empresa Adan Car E.I.R.L, el resultado del tiempo total es de 92.49 minutos, el cual se utilizará para el servicio de pintado de vehículos livianos A1.

En la siguiente tabla y figura se hará la comparación de los resultados del Estudio de Tiempos del Pre-test y Post-test, para el proceso de pintado de vehículos livianos A1 en la empresa Adan Car E.I.R.L, donde se aprecia la diferencia de tiempo estándar total, disminuyó de 110.19 minutos a 92.49 minutos, como se observa a continuación:

Tabla 48: Resultados de Estudio de Tiempos (Pre-test vs. Post-test)

	PRE-TEST	POST-TEST
TIEMPO ESTÁNDAR (min)	110.19	92.49

Fuente: Elaboración propia

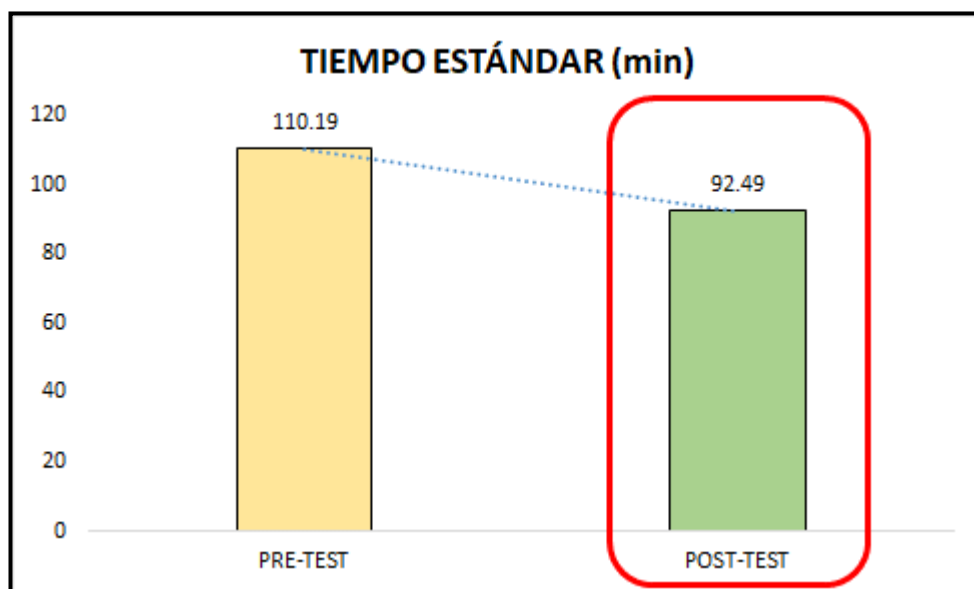


Figura 11: Resultados de Estudio de Tiempos (Pre-test vs. Post-test)

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD (POST-TEST)

Después de conocer el tiempo estándar total, se efectúa el cálculo de la capacidad instalada, con la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Tiempo laboral/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 49: Cálculo de la capacidad instalada (Setiembre 2020 Post-test)

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/TRAB. (min)	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	CAPACIDAD DE SERVICIO INSTALADO O TEÓRICA
1	309	92.49	3

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como resultado la capacidad instalada o teórica es de 3 servicios para el proceso de pintado de vehículos livianos A1.

Sabiendo la capacidad instalada, se procede a calcular los servicios esperados al día, con la siguiente fórmula:

$$\text{Servicios Esperados} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

Para el factor de valoración se tomó en consideración los siguientes datos:

Tabla 50: Cálculo del factor de valoración (Setiembre 2020 Post-test)

MOTIVO	VALOR
% Reprocesos	-6.00%
% Tardanza	-5.00%
Factor Valoración	89.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Cálculo de los servicios esperados (Setiembre 2020 Post-test)

CANTIDAD DE SERVICIO ESPERADO PINTADO DE VEHICULOS POR DÍA		
CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA O TEÓRICA	FACTOR VALORACIÓN	SERVICIOS ESPERADOS
3	89%	3

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como resultado los servicios esperados por día que dio como resultado 3 vehículos pintados.

Teniendo en cuenta el tiempo estándar y los servicios esperados, se procede a evaluar el cálculo del tiempo esperado del trabajador, con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo esperado del trab.} = \text{N}^\circ \text{ de trabajadores} \times \text{Tiempo labora c/trab}$$

Tabla 52: Cálculo del tiempo esperado del trabajador (Setiembre 2020 Post-test)

CÁLCULO DE TIEMPO ESPERADO DEL TRABAJADOR		
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/TRAB. (min)	TIEMPO ESPERADO DEL TRABAJADOR (min)
1	309	309

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se realiza el cálculo del tiempo utilizado del trabajador, con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo utilizado del trab.} = \text{Servicios diarios} \times \text{Tiempo estándar.}$$

Tabla 53: Cálculo del tiempo utilizado del trabajador (Setiembre 2020 Post-test)

CÁLCULO DE TIEMPO UTILIZADO DEL TRABAJADOR		
SERVICIOS DIARIOS	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	TIEMPO UTILIZADO DEL TRABAJADOR (min)
3	92.49	275

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor análisis para evaluar la mejora de la productividad en la empresa Adan Car E.I.R.L, se obtienen los resultados de eficiencia, eficacia y productividad del mes de setiembre 2020.

Tabla 54: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad (Setiembre 2020 Post-test)

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS A1							
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L			MÉTODO		PRE-TEST	POST-TEST
ELABORADO POR	Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin			PROCESO		Pintado de Vehiculos livianos	
INDICADOR	LEYENDA		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICIENCIA	ITu: Índice de tiempo utilizado (%) Tu: Tiempo utilizado del trabajador (min) Te: Tiempo esperado del trabajador (min)		Observación	Cronómetro/Ficha de registro		$ITu = \frac{Tu}{Te} \times 100\%$	
EFICACIA	ISr: Índice de servicios realizados (%) Sr: Servicios de pintado realizados (unid.) Sp: Servicios de pintado programados (unid.)		Observación	Cronómetro/Ficha de registro		$ISr = \frac{Sr}{Sp} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Eficiencia y eficacia		Observación	Cronómetro/Ficha de registro		$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$	
FECHAS TRABAJADAS (2020)	A	B	C	D	E=B/A	F=D/C	G=E x F
	TIEMPO ESPERADO DEL TRABAJADOR (min)	TIEMPO UTILIZADO DEL TRABAJADOR (min)	SERVICIOS DE PINTADO PROGRAMADOS (unid.)	SERVICIOS DE PINTADO REALIZADOS (unid.)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Set-01	309	103	1	1	33%	100%	33%
Set-02	309	103	1	1	33%	100%	33%
Set-03	309	103	1	1	33%	100%	33%
Set-04	309	206	3	2	67%	67%	44%
Set-05	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-07	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-08	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-09	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-10	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-11	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-12	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-14	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-15	309	206	3	2	67%	67%	44%
Set-16	309	206	3	2	67%	67%	44%
Set-17	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-18	309	103	1	1	33%	100%	33%
Set-19	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-21	309	103	1	1	33%	100%	33%
Set-22	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-23	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-24	309	103	1	1	33%	100%	33%
Set-25	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-28	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-29	309	206	2	2	67%	100%	67%
Set-30	309	309	3	3	100%	100%	100%
TOTAL	7725	4635	48	45	60%	96%	57%

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los reprocesos

Para calcular los reprocesos en el servicio de pintado de vehículos livianos A1, se tuvo que realizar un diagrama de Gantt para registrar todos los vehículos que han sido pintados en el mes de setiembre del 2020, entre servicios de pintado realizados y reprocesos. Adicionalmente, se realizó un cuadro de motivos mostrando que las plantillas mal posicionadas y recortadas, y la escasa pintura, generan reprocesos en el pintado; visualizados en el anexo 48.

En total se pintaron 45 vehículos de los cuales, 3 tuvieron reprocesos, lo que significa que el porcentaje de reprocesos que ocurrieron en el mes de setiembre fue de un 6%.

A continuación, se muestra un diagrama de Gantt, conteniendo los vehículos pintados en un periodo de 25 días del mes de setiembre 2020.

Tabla 55: Diagrama de Gantt servicios de pintado de vehículos livianos A1 (setiembre 2020 Post test)

SERVICIOS DE PINTADO DE VEHÍCULO LIVIANOS A1																																
N°	VEHICULOS	TIEMPO	SETIEMBRE DEL 2020																													
			SEM 1					SEM 2					SEM 3					SEM 4					SEM 5									
			M	Mi	J	V	S	L	M	Mi	J	V	S	L	M	Mi	J	V	S	L	M	Mi	J	V	S	L	M	Mi				
		1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30					
1	Placa de auto ABP-310																															
2	Placa de auto AJS-394																															
3	Placa de auto D1G_071																															
4	Placa de auto ACE-454																															
5	Placa de auto FSX-645																															
6	Placa de auto ANX-571																															
7	Placa de auto APD-411																															
8	Placa de auto D7T-319																															
9	Placa de auto AHF-472																															
10	Placa de auto ABP-065																															
11	Placa de auto F5Z-112																															
12	Placa de auto ATB-475																															
13	Placa de auto F3X-150																															
14	Placa de auto ABC-074																															
15	Placa de auto AME-422																															
16	Placa de auto ABF-307																															
17	Placa de auto D2T-124																															
18	Placa de auto AMC-384																															
19	Placa de auto ABF-307																															
20	Placa de auto COQ-229																															
21	Placa de auto D25-494																															
22	Placa de auto COJ-181																															
23	Placa de auto C65-344																															
24	Placa de auto C7A-317																															
25	Placa de auto ADZ-631																															
26	Placa de auto D7T-290																															
27	Placa de auto B5P-657																															
28	Placa de auto D2V-468																															
29	Placa de auto ABB-460																															
30	Placa de auto D8A-641																															
31	Placa de auto AFC-239																															
32	Placa de auto B91-601																															
33	Placa de auto F2B-013																															
34	Placa de auto F81-589																															
35	Placa de auto ACE- 532																															
36	Placa de auto C8E - 342																															
37	Placa de auto COC-534																															
38	Placa de auto F5U-597																															
39	Placa de auto AEF-713																															
40	Placa de auto W1X-357																															
41	Placa de auto ABC-284																															
42	Placa de auto A1A-002																															
43	Placa de auto A7V-512																															
44	Placa de auto RIH-145																															
45	Placa de auto F5G-483																															

Fuente: Elaboración Propia

Los cuadrantes de color verde indican los servicios de pintado realizados, los rojos representan los reprocesos y el plomo significa los días no laborables que en este caso sucedió por limpieza general.

EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD

Se realiza una comparación de la eficiencia, eficacia y productividad del Pre-test y Post-test, como se muestra a continuación:

Tabla 56: Resultados eficiencia, eficacia y productividad (Pre-test vs Post-test)

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
AGOSTO DEL 2019	55%	81%	45%
SETIEMBRE DEL 2019	52%	80%	42%
OCTUBRE DEL 2019	54%	81%	44%
NOVIEMBRE DEL 2019	53%	80%	47%
SETIEMBRE DEL 2020	60%	96%	57%

Fuente: Elaboración propia

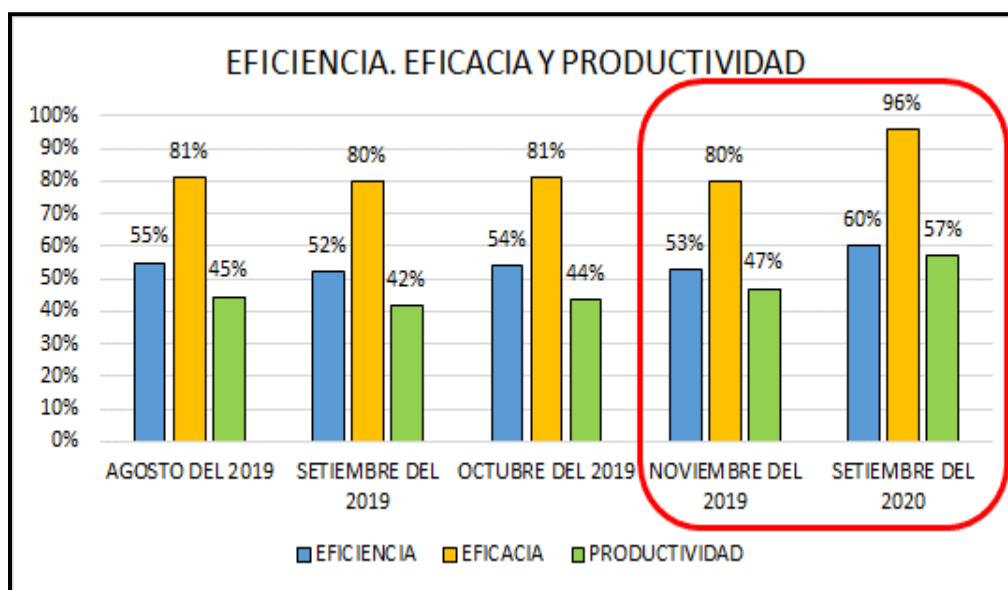


Figura 12: Resultados eficiencia, eficacia y productividad (Pre-test vs Post-test)

Fuente: Elaboración propia

COSTEO DEL SERVICIO ACTUAL

Sabiendo la cantidad actual de los servicios programados por mes, con la implementación se tiene un nuevo costo unitario de un solo servicio de pintado de vehículo, tal y como se detalló antes en el costo inicial del servicio, se diferencia por la cantidad de servicios realizados de vehículos pintados.

Tabla 57: beneficios sociales de los trabajadores

BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES										
PERSONAL	REMUNERACIÓN	COSTO PARA LA EMPRESA				COSTO TOTAL ANUAL	COSTO TOTAL MENSUAL	Servicios realizados x trab.	Costos x servicio de pintado	
		Sueldos (12 sueldos/año)	CTS (1 sueldo)	Gratificación (2 sueldos)	Essalud (9%)					
Maestro pintor	S/. 1,200.00	S/. 14,400.00	S/. 1,200.00	S/. 2,400.00	S/. 1,404.00	S/. 19,404.00	S/. 1,617.00	1	S/	1,617.00
Personal ventas	S/. 900.00	S/. 10,800.00	S/. 900.00	S/. 1,800.00	S/. 1,053.00	S/. 14,553.00	S/. 1,212.75	7	S/	173.25
Personal administración	S/. 900.00	S/. 10,800.00	S/. 900.00	S/. 1,800.00	S/. 1,053.00	S/. 14,553.00	S/. 1,212.75	7	S/	173.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Costos de servicio (setiembre 2020)

COSTOS DE SERVICIO (SETIEMBRE 2020)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MANO DE OBRA DIRECTA					
Maestro pintor	sueldo	1	S/ 1,617.00	S/	1,617.00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Personal Ventas	Sueldo	1	S/ 173.25	S/	173.25
Personal Administración	Sueldo	1	S/ 173.25	S/	173.25
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Gerente general	Sueldo	1	S/ 2,000.00	S/	2,000.00
COSTOS INDIRECTOS DEL SERVICIO					
Agua	Servicio	1	S/ 90.00	S/	90.00
Luz	Servicio	1	S/ 150.00	S/	150.00
Internet y telefono	Servicio	1	S/ 120.00	S/	120.00
			TOTAL	S/	4,323.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Insumos para el pintado de vehículos livianos A1 post-test

INSUMOS PARA EL PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS A1 - POST - TEST				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Pintura	Galon	20	S/	55.00
Thinner	Galon	15	S/	37.00
Cartulina Duplex Calibre 12	Pliego	230	S/	2.00
Waype	Kilos	10	S/	12.00
TOTAL				S/ 2,235.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Costos de servicio post-test

COSTOS DE SERVICIO POST-TEST	
PROMEDIOS MENSUAL DE SERVICIOS DE PINTADO REALIZADOS (Unid.)	45
INSUMOS	S/2,235.00
REPROCESO	S/134.10
COSTOS DE SERVICIO	S/4,323.50
TOTAL	S/6,692.60
COSTO UNITARIO	S/148.72

Fuente: Elaboración propia

Resulta que el costo por unidad del pintado de vehículo liviano A1 es de S/ 148.72, ya que se registra una cantidad de servicios realizados de 45 en 25 días trabajados del mes de Setiembre del 2020.

Por lo tanto, viendo los costos unitarios del servicio entre Pre-test y Post-test, después de realizar la implementación se logró reducir en un S/. 59.72, para observar más la diferencia de ambas a continuación se tiene la siguiente figura:

Tabla 61: Costo unitario inicial y actual

	PRE-TEST	POST-TEST
COSTO	S/208.44	S/148.72

Fuente: Elaboración propia

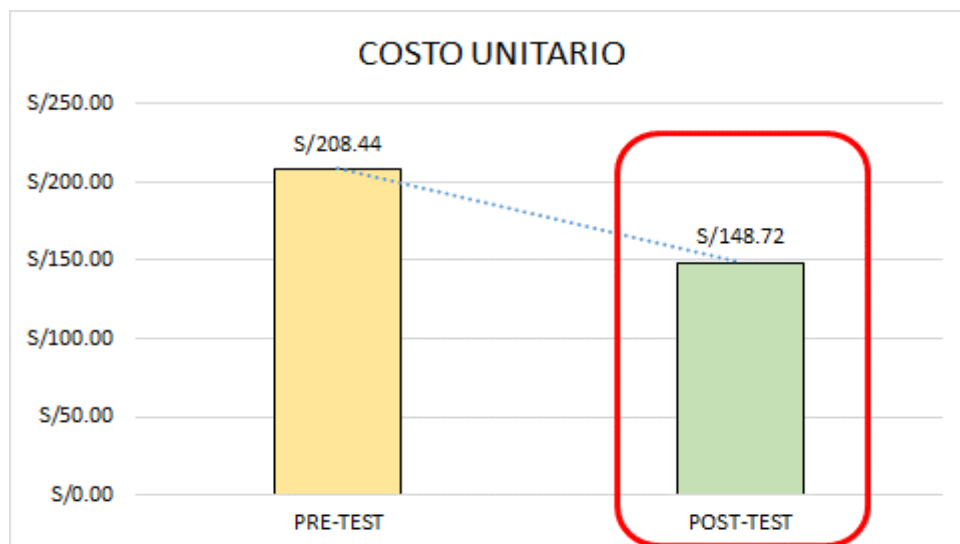


Figura 13: Costo unitario inicial y actual

fuentes: Elaboración propia

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

Para realizar el análisis económico financiero, se calculará económicamente la propuesta de mejora planteada, para así precisar la realidad y perspectiva de la empresa con el fin de poder tomar medidas convenientes en el momento oportuno.

En primer lugar, se procede a identificar y calcular los costos y beneficios que se alcanzan con la implementación de las mejoras, para luego realizar el ratio de Costo-Beneficio.

Para la implementación del Estudio de Trabajo en la empresa Adan Car E.I.R.L, se tiene los siguientes gastos:

En la siguiente tabla de flujo de caja se aprecia la inversión total para la implementación de la mejora propuesta, el cual tiene un monto de -S/.17,561.87 calculado mediante las inversiones tangibles e intangibles. Del mismo modo, se calculan los costos de servicio pre y post mediante la suma de los costos de materia prima, reprocesos y costos indirectos de fabricación. Finalmente, se tienen los beneficios del proyecto enfocadas en la reducción de costos.

Los datos que se observan en el flujo de caja, están en una proyección de 12 meses, donde se aprecia la reducción de costos y reprocesos, el cual fue el resultado de los servicios, también están los costos para mantener la herramienta mensual de S/.17,561.87 anterior mencionada; dada por la proyección de 12 meses, este corresponde a las inversiones tangibles e intangibles.

Asimismo, se tiene una tasa de interés anual de 12.48% elegida por ser un costo de oportunidad mínimo estandarizado por la SBS, ya que con ello se obtiene el VAN de S/. 969.17 y un TIR anual de 24.53%; dichos datos indican que la aplicación del Estudio de Trabajo en la empresa Adan Car E.I.R.L, es rentable y la inversión proyectada se recupera obteniendo las ganancias desde el primer mes.

Tabla 62: Flujo de caja económico de la mejora

Flujo de Caja económico de la Mejora													
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
COSTOS DE SERVICIO PRE-TEST		S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50	S/ 8,337.50
Insumos		S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00	S/ 3,345.00
Reprocesos		S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00	S/ 669.00
Costos de servicio		S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50
COSTOS DE SERVICIO POST-TEST		S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60	S/ 6,692.60
Insumos		S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00	S/ 2,235.00
Reprocesos		S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10	S/ 134.10
Costos de servicio		S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50	S/ 4,323.50
Beneficio		S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90
Inversiones Tangibles	S/ 1,020.00												
Repuestos y accesorios	S/ 540.00												
Bienes y servicios	S/ 391.00												
Papelera y útiles de oficina	S/ 89.00												
Inversiones Intangibles	S/ 15,705.59												
Servicio de agua y desagüe	S/ 270.00												
Servicio de suministro de energía	S/ 360.00												
Viáticos y asignaciones	S/ 1,449.00												
Otros gastos	S/ 13,626.59												
Imprevistos (5%)	S/ 836.28												
TOTALES NETOS	-S/ 17,561.87	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90	S/ 1,644.90
Cálculo del VAN (Valor actual neto)	S/ 969.17	<p>- Se sabe que el Costo de Oportunidad del Capital (COK), es el beneficio que nos podría aportar la alternativa que hemos rechazado, y que en este caso Adan Car E.I.R.L, al ser una MYPE que no cuenta con gerentes financieros ni economistas que ayuden a definir el COK de la empresa, hemos elegido como alternativa a la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS), siendo 12.48% un costo de oportunidad mínimo estandarizado.</p> <p>- La Tasa interna de retorno (TIR), es el porcentaje de beneficio o pérdida de la inversión de un proyecto.</p> <p>- Para finalizar, se visualiza que la tasa interna de retorno (TIR) que obtenemos es superior al Costo de Oportunidad del Capital (COK), por lo tanto el proyecto de investigación será aceptado por ser rentable.</p> <p>- Por otro lado, para calcular la relación B/C se halló primero la suma de todos los beneficios descontados (s/18,531.03) traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costos también descontados (s/-17,561.87) es decir el cálculo de ratio Beneficio/Costo fue de 1.06.</p>											
Costo de Oportunidad del capital (COK)	0.985%												
Cálculo de la TIR (Tasa interna de retorno)	1.85%												
Cálculo del ratio Beneficio / Costo (B/C)	1.06												

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el ratio de Beneficio/Costo después de la implementación resulta 1.06 y al ser mayor que 1, esto explica que la ejecución del proyecto fue factible y aceptada.

3.6. Método de análisis de datos

Análisis Descriptivo

Según Salazar y Del Castillo (2018), la estadística descriptiva analiza un conjunto de datos para la obtención de conclusiones que tienen valor para una cosa en específico solo para ese conjunto. Para realizar este análisis se tendrá que realizar una recolección y representación de la información obtenida. (p. 14). Por esta se utilizará el programa Microsoft Excel 2016 y del programa SPSS, para lograr una mejor organización de los datos por su facilidad en el empleo del mismo.

Análisis Inferencial

Según Salazar y Del Castillo (2018), la estadística inferencial analiza o investiga a una población en base a los datos obtenidos y resultados de la muestra. (p. 14). Por esta razón se utilizará el programa SPSS 2.6, cuyo uso permitirá analizar los datos de la investigación. Si los resultados de la muestra son menores a 50, se utilizará la prueba estadística de Shapiro Wilk, y si, el resultado es mayor o igual a 30, se procederá a utilizar la prueba estadística de Kolmogorov – Smirnov.

Luego, se determinará si los datos que se han obtenido tienen relación o no, y si es el caso que exista relación se realizará la prueba de T-Student, y por el contrario se empleará la prueba de Wilconxon Friedman.

3.7. Aspectos éticos

A fin de desarrollar nuestra investigación se logró obtener información dentro de las instalaciones de la empresa Adan Car E.I.R.L, con la aprobación del dueño del taller automotriz, por esta razón se respetarán los límites que el dueño disponga, dado que al ser un taller pequeño podríamos obstruir o interferir con algunas actividades. Por lo tanto, se presentó una carta de autorización donde figura la aprobación del dueño del taller para recolectar todos los datos necesarios del proceso de pintado, así como también la toma de fotos. (Ver anexo 49 y 89)

Adicional a ello, los datos de la investigación, solo serán utilizados para fines estrictamente académicos, sin afectar las creencias políticas, religiosas o morales de las personas involucradas en el estudio; además, se mantendrá el respeto por el medio ambiente, la sociedad y los derechos de autor de libros, revistas, artículos científicos y tesis, citadas en la investigación.

IV. RESULTADOS

Análisis Descriptivo

Para el presente proyecto de investigación se elaboró un análisis descriptivo con los datos logrados antes y después de aplicar la herramienta del Estudio del Trabajo para mejorar la productividad en el proceso de pintado de vehículos livianos A1 de la empresa Adan Car E.I.R.L. Smp, 2020.

Variable independiente: Estudio del Trabajo

Dimensión: Estudio de Métodos

Indicador: Índice de actividades que agregan valor

En esta ocasión se presenta el índice de actividades que agregan valor pre-test (antes) y el índice de actividades que agregan valor post-test (después). (Ver anexo 55).

El índice de actividades que agregan valor presenta una mejora gradual de un 56% a 71% a consecuencia de la implementación de la mejora, logrando un incremento del 27%, lo que significa que el personal encargado del pintado de vehículos, está realizando las operaciones de una manera adecuada, empleando el tiempo requerido para cada uno de ellos, de tal forma que se representa en el siguiente gráfico. (Ver anexo 56)

Dimensión: Estudio de Métodos

Indicador: Tiempo Estándar

En esta ocasión se presenta el tiempo estándar pre-test (antes de la implementación) y el tiempo estándar post-test (después de la implementación). (Ver anexo 57)

El tiempo estándar presenta una disminución de 110,19 min a 92.49 min en el servicio de pintado de vehículos livianos A1, posterior a la implementación de la mejora, de tal forma que se muestra en el siguiente cuadro: (Ver anexo 58)

Variable dependiente: Productividad

La data utilizada para el análisis en el software SPSS, corresponde a la productividad Pre-test y Post-test, presentadas en los siguientes cuadros: (Ver anexo 59, 60, 61, 62, 63, 64)

Se obtiene que la productividad pre-test promedio (media) es de 0,4700 y la productividad post-test de 0,5740, presentando una desviación estándar de 0,25 para la productividad pre-test y 0,17450 para la productividad post-test; por otro lado, los datos de la productividad pre-test están por debajo de los 0,6700, al igual que la productividad post-test están por debajo de 0,6700 (mediana); a medida que se logre alcanzar el máximo nivel de productividad y el mínimo en el pre-test, existe una diferencia de 0,50 y en el post-test de 0,67 (rango).

La distribución de la productividad pre-test presenta una asimetría de -0,435 correspondiente a la agrupación de valores hacia la izquierda y la productividad post-test una asimetría de -0,032 pertenecientes a la agrupación de valores hacia la izquierda y una curtosis para productividad pre-test de -1,976 correspondiente a una curva elevada y post-test de -0,157.

Dimensión 1: Eficiencia

La data utilizada para el análisis en el software SPSS, corresponde a la Eficiencia Pre-test y Post-test, presentadas en los siguientes cuadros: (Ver anexo 65, 66, 67, 68, 69, 70)

Se obtiene que la eficiencia pre-test promedio (media) es de 0,5340 y la eficiencia post-test de 0,6016, con una desviación estándar de 0,17000 para la eficiencia pre-test y 0,16901 para la eficiencia post-test; por otro lado, los datos de la mediana en la eficiencia pre-test es de 0,6700, al igual que la eficiencia post-test con 0,6700; a medida que se logre alcanzar el máximo nivel de eficiencia y el mínimo en el pre-test, existe una diferencia de 0,34 y en el post-test de 0,67 (rango).

La distribución de la eficiencia pre-test presenta una asimetría de -0,435 correspondiente a la agrupación de valores hacia la izquierda y la eficiencia post-test una asimetría de -0,480 pertenecientes a la agrupación de valores hacia la

izquierda y una curtosis para eficiencia pre-test de -1,976 correspondiente a una curva elevada y post-test de -0,405.

Dimensión 2: Eficacia

La data utilizada para el análisis en el software SPSS, corresponde a la Eficacia Pre-test y Post-test, presentadas en los siguientes cuadros: (Ver anexo 71, 72, 73, 74, 75, 76)

Se obtiene que la eficacia pre-test promedio (media) es de 0,8000 y la eficacia post-test de 0,9604, con una desviación estándar de 0,25000 para la eficacia pre-test y 0,10945 para la eficacia post.test; por otro lado, los datos de la mediana en la eficacia pre-test es de 1,0 al igual que la eficacia post-test con 1,0; a medida que se logre alcanzar el máximo nivel de eficacia y el mínimo en el pre-test, existe una diferencia de 0,50 y en el post-test de 0,33 (rango).

La distribución de la eficacia pre-test presenta una asimetría de -0,435 correspondiente a la agrupación de valores hacia la izquierda y la eficacia post-test una asimetría de -2,491 pertenecientes a la agrupación de valores hacia la izquierda y una curtosis para eficacia pre-test de -1,976 correspondiente a una curva elevada y post-test de 4,563.

Análisis Inferencial

Para determinar la hipótesis general, es preciso en primera instancia corroborar si la data correspondiente a sucesión de la productividad pre-test y post-test poseen un comportamiento paramétrico, para tal resultado y contando con una cantidad de 25 series en ambos datos, se efectuará el análisis de normalidad mediante el estadístico de Shapiro-Wilk. (Ver anexo 77)

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un proceder (no paramétrico)

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un proceder (paramétrico)

Se puede afirmar que la significancia de las productividades, pre-test y post-test, tienen valores menores a 0.05, en consecuencia y en base a la regla de decisión, queda evidenciado que tienen comportamientos no paramétricos. Teniendo en cuenta que se quiere conocer si la productividad ha aumentado, se realizará el análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Hipótesis Propuestas

Contrastación de hipótesis general

Ho: La aplicación del Estudio de Trabajo no incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Ha: La aplicación del Estudio de Trabajo incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

(Ver anexo 78)

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Se tiene que la media de la productividad pre-test (0,4700) es menor que la media de la productividad post-test (0,5740), de modo que, no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, y se rechaza la hipótesis nula de que el Estudio del Trabajo no incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Con el fin de comprobar que el análisis es el adecuado, se determinará el análisis por medio del Pvalor o significancia de los resultados del empleo de la prueba de Wilcoxon en dichas productividades.

Reglas de aceptación y rechazo de H_0 mediante Wilcoxon

(Ver anexo 79)

Regla de decisión:

Regla de aceptación de la hipótesis nula:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Regla de rechazo de la hipótesis nula:

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Se comprueba que la significancia de la prueba de Wilcoxon empleada a la productividad pre-test y post-test es de 0,011, así pues y basada en la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el Estudio del Trabajo

incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Hipótesis específicas

Para determinar la hipótesis específica 1, es preciso en primera instancia corroborar si la data correspondiente de la eficiencia pre-test y post-test tienen un comportamiento paramétrico, para tal resultado y contando con una cantidad de 25 series en ambos datos, se efectuará el análisis de normalidad a través del estadístico de Shapiro-Wilk. (Ver anexo 80)

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un proceder (no paramétrico)

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un proceder (paramétrico)

Se puede afirmar que la significancia de las eficiencias, pre-test y post-test, tienen valores menores a 0.05, en consecuencia y en base a la regla de decisión, queda evidenciado que tienen comportamientos no paramétricos. Teniendo en cuenta que se quiere es conocer si la productividad ha aumentado, se realizará el análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica 1

Ho: La aplicación del Estudio de Trabajo no incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Ha: La aplicación del Estudio de Trabajo incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

(Ver anexo 81)

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Se tiene que la media de la eficiencia pre-test (0,5340) es menor que la media de la eficiencia post-test (0,6016), de modo que, no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, y se rechaza la hipótesis nula de que el Estudio del Trabajo no incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Para comprobar que el análisis es correcto, se determinará el análisis mediante el Pvalor o significancia de los resultados del empleo de la prueba de Wilcoxon en dichas eficiencias.

Reglas de aceptación y rechazo de H_0 mediante Wilcoxon

(Ver anexo 82)

Regla de decisión:

Regla de aceptación de la hipótesis nula:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Regla de rechazo de la hipótesis nula:

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Se comprueba que la significancia de la prueba de Wilcoxon empleada a la productividad pre-test y post-test es de 0,034, así pues y basada en la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el Estudio del Trabajo incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Para determinar la hipótesis específica 2, es preciso en primera instancia corroborar si la data correspondiente de la eficacia pre-test y post-test tienen un comportamiento paramétrico, para tal resultado y contando con una cantidad de 25 series en ambos datos, se efectuará el análisis de normalidad por medio del estadístico de Shapiro-Wilk. (Ver anexo 83)

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un proceder (no paramétrico)

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un proceder (paramétrico)

Se puede afirmar que la significancia de las eficiencias, pre-test y post-test, tienen valores menores a 0.05, en consecuencia y en base a la regla de decisión, queda evidenciado que tienen comportamientos no paramétricos. Teniendo en cuenta que se quiere es conocer si la productividad ha aumentado, se realizará el análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica 2

Ho: La aplicación del Estudio de Trabajo no incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Ha: La aplicación del Estudio de Trabajo incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

(Ver anexo 84)

Regla de decisión:

$$Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$Ha: \mu Pa < \mu Pd$$

Se tiene que la media de la eficacia pre-test (0,8000) es menor que la media de la eficacia post-test (0,9604), de modo que, no se cumple $Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$, y se rechaza la hipótesis nula de que el Estudio del Trabajo no incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

Para comprobar que el análisis es correcto, se determinará el análisis mediante el Pvalor o significancia de los resultados del empleo de la prueba de Wilcoxon en dichas eficacias.

Reglas de aceptación y rechazo de Ho mediante Wilcoxon

(Ver anexo 85)

Regla de decisión:

Regla de aceptación de la hipótesis nula:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Regla de rechazo de la hipótesis nula:

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Se comprueba que la significancia de la prueba de Wilcoxon empleada a la productividad pre-test y post-test es de 0,005, así pues y basada en la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el Estudio del Trabajo incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L, Smp, 2020.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación titulada “Estudio del trabajo para incrementar la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020” tiene gran similitud con otras tesis de investigación situadas en los antecedentes, tales como los autores Álvarez (2018), Camacho (2017), Valencia (2018).

Luego de analizar la productividad, se comprueba que el estudio del trabajo incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020. Dado que se obtuvo un porcentaje preliminar de 47% antes de la aplicación del estudio del trabajo y después de la aplicación se tuvo un porcentaje de 57% de productividad respectivamente, logrando una mejora del 21%, teniendo en cuenta que se realizó un estudio de tiempos para cada operación en el proceso de pintado, logrando obtener los tiempos promedios de cada uno de ellos. Además, se analizó nuestra hipótesis general resultando aceptada por medio de la aplicación del software Spss, registrándose un número de significancia menos de 0.05.

Asimismo, la investigación del tesista Álvarez, Freddy (2018), coincide con la nuestra, ya que a través de los resultados obtenidos de la herramienta del estudio de métodos, solucionó los problemas de productividad pasando de un porcentaje preliminar de 43% al 52% en el servicio de mantenimiento, lo que significó un incremento del 21%; además, el diseño de investigación fue experimental de tipo aplicada porque mediante los conocimientos del estudio de métodos, estudio de tiempos y de movimientos, logró los resultados esperados de productividad en los servicios de mantenimiento, siendo su población y muestra las ordenes de servicios de mantenimiento y a través de diagramas de análisis del proceso, disminuyó los tiempos improductivos de las actividades del proceso, comprobándose que la aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad.

Como sustento teórico Prokopenko, Joseph (1992) afirma que, la productividad se define como la conexión entre productos o servicios realizados y la entrada necesaria para su transformación. Se define como el adecuado uso de los recursos

utilizados para la producción de bienes y servicios. Estos estudios y análisis de datos pueden ser aplicables en diferentes tipos de industrias independientemente si realizan productos o servicios, ya que según García (2005) las empresas buscan incrementar su productividad porque ésta genera una reacción secuencial en el interior de la empresa, incrementando la calidad de sus productos, reduciendo los costos de producción, mayores bienestar colectivos, entre otros.

Luego de analizar la eficiencia, se confirma que el estudio de trabajo incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020. Dado que se obtuvo un porcentaje preliminar de 53% antes de la aplicación del estudio del trabajo y después de la aplicación se tuvo un porcentaje de 60% de eficiencia respectivamente, logrando una mejora del 13%, teniendo en cuenta la población del estudio que es el proceso de pintado de vehículos livianos A1, con una muestra igual a la población y considerándose solo un periodo de 25 días laborables de lunes a sábados, excluyéndose los días domingos; así mismo, se utilizó la técnica de observación y como instrumento las tablas de recolección de datos y el cronómetro; basados en lo anterior mencionado, se recolectaron los tiempos observados de las operaciones, dándole un uso adecuado al tiempo que emplea el trabajador para el proceso de pintado, conociendo así el tiempo esperado y el tiempo utilizado a lo largo de los 25 días trabajados que se midieron, para hallar la eficiencia a dicho recurso que es de mucha importancia.

La investigación del tesista Camacho, Hilda (2017) coincide con la nuestra, ya que muestran los resultados logrados en relación a la eficiencia, logrando un incremento de 46% en el área de mantenimiento, con una eficiencia preliminar del 56% y luego de la implementación con un 82%; además, la población que se utilizó para dicho estudio fueron las ordenes de servicio del área de mantenimiento y la muestra elegida fue similar a la población. Se utilizó un diseño cuasi experimental porque se eligieron grupos de control pre-test y post-test para ser analizados y el tipo de investigación aplicada, ya que, con los conocimientos previos del estudio del trabajo, el tesista logró mejorar la productividad en dicha área; adicionalmente, se lograron obtener los datos por medio de la técnica de la observación y herramientas como formatos de recolección de datos y el cronómetro.

Para analizar los datos se empleó el software SPSS versión 22, de forma descriptiva e inferencial. De acuerdo a los datos ingresados de eficiencia pre-test y post-test al SPSS V.22, como consecuencia se obtuvo que la significancia anterior fue de 0,00 y después de 0,006; además, se demuestra que la media de la eficiencia antes fue de 0,5645, siendo menor que la media de la eficiencia después de 0,8220, de modo que se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del estudio del trabajo no mejora la eficiencia y se acepta la hipótesis del investigador al ser menor de 0,05.

Con ello, se comprueba que la aplicación del Estudio del Trabajo, incrementa la eficiencia, asimismo se tiene como sustento teórico a BACA, Gabriel (2014), Se llama eficiencia a la adecuada forma de utilizar los recursos dentro de una empresa. Estos estudios y análisis de datos pueden ser aplicables en diferentes situaciones o contextos de las empresas independientemente si realizan productos o servicios, ya que pueden servir como guía generando mayores beneficios, según García (2005) la eficiencia se adquiere cuando se alcanza un resultado esperado utilizando una cantidad mínima de recursos; es decir, generando cantidad y calidad.

Luego de analizar la eficacia, se confirma que el Estudio de Trabajo incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020. Dado que se obtuvo un porcentaje preliminar de 80% antes de la aplicación del estudio del trabajo y después de la aplicación se tuvo un porcentaje de 96% de eficiencia respectivamente, logrando una mejora del 20%; por otro lado, para evaluar un resultado en la eficacia se tuvieron varios temas a resolver, empezando por los métodos de trabajo realizados incorrectamente, tiempos improductivos y distribución inadecuada; las cuales resultan ser los puntos críticos para enfocarnos y luego analizarlos e implementar mejoras obteniendo resultados beneficiosos para la empresa, las cuales incrementaron los servicios de pintado realizados teniendo en cuenta nuestra capacidad instalada para dicho proceso y lograr el cumplimiento de los objetivos proyectados a futuro.

La investigación del tesista Valencia, Erick (2018), coincide con la nuestra ya que muestra los resultados logrados en relación a la eficacia, logrando un incremento de 12,57% en el área de mantenimiento, con una eficacia anterior del 82% y luego de la implementación un 92%; considerando que a pesar de la situación actual de

la empresa se pudo aplicar el estudio del trabajo para efectuar un tiempo estándar mejorado, al igual que su capacidad de planta se consiguió aumentar un 5% el porcentaje de valoración, mediante capacitaciones que mejoraron el método de trabajo; y además, la población y muestra fue el número de reparaciones diarias en el área de planchado, con un diseño experimental de tipo aplicada, utilizando herramientas como el formato de cálculo de número de muestras, hojas de verificación de toma de tiempos, fichas de registros y el cronómetro. Todo ello se ve reflejado en el resultado luego de la implementación de la herramienta del estudio del trabajo.

Para analizar los datos se utilizó el software SPSS versión 22, de forma descriptiva e inferencial. Según los datos ingresados de eficacia pre-test y post-test al SPSS V.22, se logró conseguir que la significancia anterior fue de 0,000001 y después de 0,000001 ambas con resultados iguales; además, se corrobora que la media de la eficacia antes fue de 0,8154, siendo menor que la media de la eficacia luego de 0,9179; por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del estudio del trabajo no mejora la eficacia y se acepta la hipótesis del investigador al ser menor de 0,05. Con ello, se comprueba que la aplicación del estudio del trabajo, incrementa la eficacia.

Como sustento teórico Sánchez, Nanci (2014) menciona que, la eficacia se centra en el cumplimiento de objetivos y en realizar las cosas de forma correcta creando valores enfocados al cliente. Por lo tanto, los resultados obtenidos fueron indispensables para el incremento de la eficacia, teniendo en cuenta que los datos son confiables ya que se realizaron bajo la supervisión del jefe del taller y la autorización a cada espacio del ambiente, de manera que esta aplicación del estudio del trabajo puede ser empleado en otras empresas de distintos rubros, ya que los resultados reflejan una situación rentable y adecuada para esclarecer tiempos, operaciones, actividades en diversas áreas de una empresa, cuya finalidad es alcanzar siempre los resultados que se requieren en el momento tal y como lo indica García (2005) la eficacia involucra conseguir los resultados esperados y puede ser reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos.

VI. CONCLUSIONES

La herramienta de estudio del trabajo tiene como objetivo analizar la actividad del trabajador para conocer su método de trabajo actual, eliminando o modificando el método inadecuado o excesivo, estableciendo un tiempo apropiado para el desarrollo de dicha actividad; bajo este enfoque se realizaron las mejoras propuestas de los problemas de productividad.

1. Las principales causas identificadas (con la ayuda del diagrama de Pareto) que interfieren en el incremento de productividad de la empresa Adan Car E.I.R.L., fueron los siguientes: Métodos de trabajo incorrecto, tiempos improductivos y distribución inadecuada.
2. En relación al método de trabajo incorrecto, el cual se compone de 77 actividades (pre-test) para el proceso de pintado de vehículos livianos A1, se aplicó el diagrama de análisis de procesos (DAP) reduciendo las actividades a 52 (post-test), presentando un incremento en el índice de actividades que agregan valor del 27%.
3. Se mantuvieron las 15 operaciones para el proceso de pintado y mediante el diagrama del proceso de operaciones (DOP), se organizaron adecuadamente las 5 operaciones de pintado de plantillas, de tal forma que no existan tiempos improductivos entre ellas.
4. Mediante el diagrama bimanual se redujeron los movimientos de las manos del maestro pintor en las operaciones repetitivas y que presentan cuello de botella.
5. Con respecto a los tiempos improductivos, se aplicó el estudio de tiempos utilizando la técnica del cronómetro para establecer el tiempo estándar del proceso, el cual se determinó que antes de la implementación fue de 110.19min y luego del 92.49min, reduciéndose un 16%, incrementando la productividad en un 21%, la eficiencia en un 13% y la eficacia en 20%.
6. En el caso de la distribución inadecuada, se aplicaron la distribución de planta y el diagrama de recorrido, para elegir la zona de trabajo más conveniente y ordenada para el proceso y conocer el trayecto que realiza el trabajador desde que este inicia hasta que finaliza el servicio de pintado.
7. Se realizó un cambio de ambiente de trabajo, posicionando la zona de pintura cerca a la mesa de recorte de plantillas para una mayor fluidez en el proceso de pintado de vehículos.

VII. RECOMENDACIONES

Luego de haber concluido el proyecto de investigación y demostrar el aumento de la productividad a través de la aplicación de estudio de trabajo, estudio de métodos y estudio de tiempos, se continua a mencionar las siguientes recomendaciones.

Para mantener la productividad dentro de la empresa Adan Car E.I.R.L, es necesario el compromiso tanto de la gerencia general como de los trabajadores, tomando total énfasis al área de pintado y en cada una sus operaciones para el servicio de pintado de vehículos livianos A1; por ello, se recomienda tener una correcta comunicación con el gerente y los trabajadores, de modo que no se presenten inconvenientes en los servicios y no afecten el ambiente laboral.

Con respecto a la eficiencia se recomienda que el maestro pintor siga manteniendo el método establecido reflejados en el diagrama de actividades y el manual de operaciones (Ver anexo 53), para que no existan tiempos improductivos o reprocesos en el pintado de vehículos logrando el máximo rendimiento.

Finalmente, en relación a la eficacia se recomienda cumplir con los servicios de pintados programados, realizando monitoreos continuos (2 veces por semana) para verificar el cumplimiento del nuevo método de trabajo y se mantenga el ritmo adecuado en el proceso de pintado, enfocado a las operaciones que requieran mayor dificultad haciendo uso del manual de operaciones.

REFERENCIAS

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4° ed. Ginebra – Suiza: Oficina Internacional del Trabajo, 1996. 9 pp. ISBN: 922-071089

CRIOLLO, Roberto. Estudio de Trabajo. 2ª ed. México: Mc Graw-Hill, 2005. 220 pp. ISBN: 9701046579

PALACIOS, Luis. Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 2ª ed. Colombia, Bogotá: ECOE Ediciones, 2016. 239 pp. ISBN: 9789587713428

MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. 2 ed. México: Pearson Educación, 2000. 135 p. ISBN: 9701047966

RANDAL, Wilson. Tools and Tactics for Operations Managers (collection). EE. UU – New Jersey: FTPress Delivers, 2013, 41 pp. ISBN: 9780133093636

NIEBEL, Benjamín y FREIVALS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12° ed. México 2009. ISBN: 978970106962

PROKOPENKO, Joseph. Productivity Management: A practical handbook. 2° ed. Suiza, Geneva: International Labour Office, 1992. 3 pp. ISBN: 9221059014

BACA, Gabriel. Introducción a la ingeniería industrial. 2° ed. México. DF: Grupo Editorial Patria, 2014. 189 pp. ISBN: 978607438919

SÁNCHEZ, Nanci. Introducción a la ingeniería industrial [en línea]. Caracas – Venezuela: Universidad Nacional Abierta, 2014. 180 pp. [fecha de consulta: 11 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/JavierZerep/libro-introduccion-a-la-ing-industrial>

CARRASCO, Diaz. Metodología de la Investigación Científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. 19° reimpresión. Lima: Editorial San Marcos, 2019. 118 pp. ISBN: 9789972383441

International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, Enhance Labour Productivity Through Applications of Work Study Principles. [Biju* et al., 6(5): May, 2017, India, ISSN: 2277-9655. Available: <http://www.ijesrt.com/issues%20pdf%20file/Archive-2017/May-2017/7.pdf>

BERNAL, César. Metodología de la Investigación: Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales. 3ª ed. Colombia, Bogotá: Prentice Hall, 2010. 160 pp. ISBN: 9789586991285

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6º ed. México: Mc Graw – Hill, 2014. 174 pp. ISBN: 9781456223960

RÍOS, Ramírez. Metodología para la investigación y redacción. 1ª ed. España, Málaga: Eumed.net, 2017. 105 pp. ISBN: 9788417211233

SALAZAR, Cecilia y DEL CASTILLO, Santiago. Fundamentos Básicos de Estadística. 1ª ed. Ecuador: Dspace.use.edu.ec, 2018. 14 pp. ISBN: 9789942306166

Trabajo de ciclos Estudio de tiempos (Ingeniería de métodos) [En línea]. Es.camaleo.com. 2016. [Fecha de consulta: 30 octubre de 2019]. Disponible en: <https://es.camaleo.com/read/004695454b98056237ae2>

Perspectivas y Políticas Mundiales. [En línea]. Imf.org. Fondo Monetario Internacional. [Fecha de consulta: 15 junio de 2020]. Disponible en: <https://www.imf.org/es/Publications/REO/WH/Issues/2020/10/13/regional-economic-outlook-western-hemisphere>

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Producción Nacional [En línea]. Inei.gob.PE. Agosto 2020. [Fecha de consulta: 05 agosto de 2020]. Disponible en: http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/08-informe-tecnico-n08_produccion-nacional-jun-2020.pdf

Venta e Inmatriculación de Vehículos Livianos 2020. Asociación Automotriz del Perú. Octubre 2020. Disponible en: https://aap.org.pe/estadisticas/ventas_inmatriculaciones_vehiculos_nuevos/venta-e-inmatriculacion-de-vehiculos-nuevos-2020/

Plazo para pintado de taxis autorizados se amplía hasta el 31 de diciembre [En línea]. Perú 21.PE. 26 de junio de 2019. [Fecha de consulta: 23 setiembre de 2019]. Disponible en: <https://peru21.pe/lima/plazo-pintado-taxis-autorizados-amplia-31-diciembre-fotos-nndc-486842-noticia/>

SULTANA, Razia (2017). Productivity Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh Moktair et al., [Manage 2017]. ISSN: 2169-0316.

Available: https://www.researchgate.net/publication/315463070_Productivity_Improvement_by_Work_Study_Technique_A_Case_on_Leather_Products_Industry_of_Bangladesh

CHOUHAN, Prem (2018). Reducing to Excess Manpower & NVA Activities by Time Study Method at Edible Oil Industry. Impact Factor: ISSN (Online): 2319-7064. Available: <https://www.ijsr.net/archive/v7i4/ART20181203.pdf>

NAYAKAPPA, Patil (2016). Labour Productivity Improvement by Work Study Tools of Fiber Composite Company. International Journal of Research in Engineering and Tchnology (IJRET). ISSN: 2321-7308. Available: <https://ijret.org/volumes/2016v05/i09/IJRET20160509054.pdf>

SRINATH, Rao (2016). Productivity Improvement Using Time Study Analysis in a Small Scale Solar Appliances Industry-A Case Study. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. ISSN: 1819-6608. Available: http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2016/jeas_0116_3387.pdf

ÁLVAREZ. Carlos (2005). Conversión de diagramas de procesos en diagramas de casos de uso usando AToM3. Dyna, vol. 72, núm. 146, julio, 2005, pp.103-113 Universidad Nacional de Colombia Colombia: ISSN: 0012-7353 Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49614608.pdf>

TABARES, Marta (2013). Un patrón de interacción entre diagramas de actividades UML y sistemas workflow. Escuela de Ingeniería de Antioquia ISSN: 1794-1237 pp.110. Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n10/n10a09.pdf>

RUÍZ, Jesús (2017). Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora. Ra Ximhai, Vol. 13, número 3 edición especial, julio-diciembre 2017, pp. 291-298. Universidad Autónoma Indígena de México. ISSN: 1665-0441. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46154070016.pdf>

MEDINA, Álvarez (2017). Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas. ECORFAN, Vol. 1 N° 4

31-43.

ISSN:

2523-6806.

Disponible:

http://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Operaciones_Tecnologicas/vol1n4/Revista_de_Operaciones_Tecnologicas_V1_N4_4.pdf

FIDIAS, Arias (2017). Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad. Revista RECITIUTM, vol. 3 N° 1, Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. ISSN: 2443-4426. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/320130761_Efectividad_y_eficiencia_de_la_investigacion_tecnologica_en_la_universidad

CASSINELLI. Aldo (2014). El concepto de eficiencia organizativa: una aproximación a lo universitario. Revista Lider, Vol. 25. 2014, pp.126-150. ISSN: 0719-526 pp. 129. Disponible: http://ceder.ulagos.cl/lider/images/numeros/25/5_Ganga.pdf

BRAVO. Katherine (2018). Eumet.net: Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas. ISSN: 1696-8352 pp.7 Disponible: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>

López, Andrés (2017). Estudio del mejoramiento de la productividad aplicando un sistema de administración de talleres automotrices. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Mecánica Automotriz. Universidad Internacional de Ecuador. Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2225/1/T-UIDE-1606.pdf>

Aguirre, Jonathan (2018). Implementación de un modelo de gestión por procesos para el área operativa del taller automotriz La France en función de la mejora de la productividad. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Mecánica Automotriz. Universidad Internacional de Ecuador. Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2473/3/T-UIDE-1765.pdf>

Guaraca, Segundo (2015). Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo de la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A. Tesis para obtener el grado de magister en Ingeniería Industrial y Productividad. Universidad Politécnica Nacional. Ecuador. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9118/3/CD-6072.pdf>

Mekonnen, Getachew (2019). Productivity improvement through line balancing, a case study at bishoftu automotive industry. Thesis to obtain the degree of Master in Mechanical and Industrial Sciences. Bahir Dar School of Research and Graduate Studies, Institute of Technology. Ethiopia. Disponible en: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Productivity+improvement+through+line+balancing%2C+a+case+study+at+bishoftu+automotive+industry&btnG=

Álvarez, Freddy (2018). Mejora del método de trabajo para aumentar la productividad del servicio de mantenimiento empresa Asistencia y Mecánica Automotriz Mitsubishi, Chimbote, 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27567/Alvarez_FFR-Alvites_CJN.pdf?sequence=1

Camacho, Hilda (2017). Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento del concesionario automotriz de la Red Volkswagen Ernesto Flechelle S.A., 2017. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12371/Camacho_BH_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

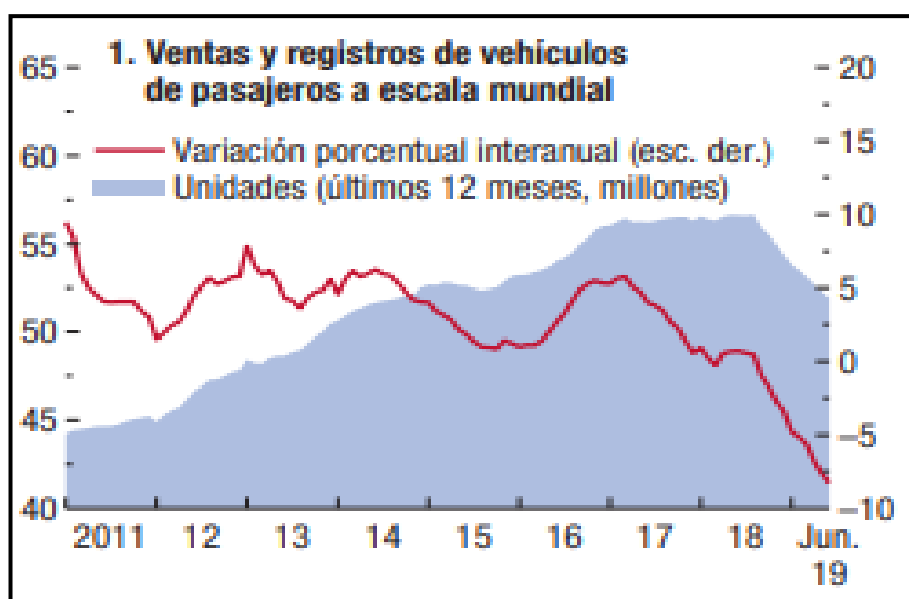
Valencia, Erick (2019). Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de planchado automotriz del taller Megaautos S.A.C., Independencia, 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40180/Chiuca_SAL-Valencia_ZED.pdf?sequence=1

Gutiérrez, Hans (2018). Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de almacén de avíos en la empresa Corporación Mia Internacional S.A.C., San Luis 2017. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Perú. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22617/Gutierrez_HHF.pdf?sequence=1

Collado, María (2018). Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial y Comercial. Universidad San Ignacio de Loyola. Perú. Disponible en: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3261/1/2018_Collado-Carbajal.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Ventas y uso de vehículos de pasajeros a escala mundial



Fuente: Fondo Monetario Internacional

Anexo 2: Evolución del índice Mensual de la Producción Nacional: Junio 2020

Sector	Ponderación 1/	Variación Porcentual		
		2020/2019		Jul 19-Jun 20/
		Junio	Enero-Junio	Jul 18-Jun 19
Economía Total	100,00	-18,06	-17,37	-7,25
DI-Otros Impuestos a los Productos	8,29	-27,91	-20,79	-9,45
Total Industrias (Producción)	91,71	-17,26	-17,07	-7,06
Agropecuaria	5,97	-1,61	2,05	2,69
Pesca	0,74	48,05	-15,58	-17,32
Minería e Hidrocarburos	14,36	-14,44	-20,11	-9,10
Manufactura	16,52	-6,83	-22,45	-10,48
Electricidad, Gas y Agua	1,72	-10,57	-10,71	-3,94
Construcción	5,10	-44,64	-42,14	-19,30
Comercio	10,18	-27,98	-27,62	-11,67
Transporte, Almacenamiento, Correo y Mensajería	4,97	-44,23	-29,68	-14,58
Alojamiento y Restaurantes	2,86	-84,35	-51,67	-22,39
Telecomunicaciones y Otros Servicios de Información	2,66	4,43	2,62	3,18
Financiero y Seguros	3,22	15,51	6,66	5,90
Servicios Prestados a Empresas	4,24	-35,77	-24,49	-8,59
Administración Pública, Defensa y otros	4,29	3,71	4,18	4,56
Otros Servicios 2/	14,89	-18,35	-10,41	-3,13

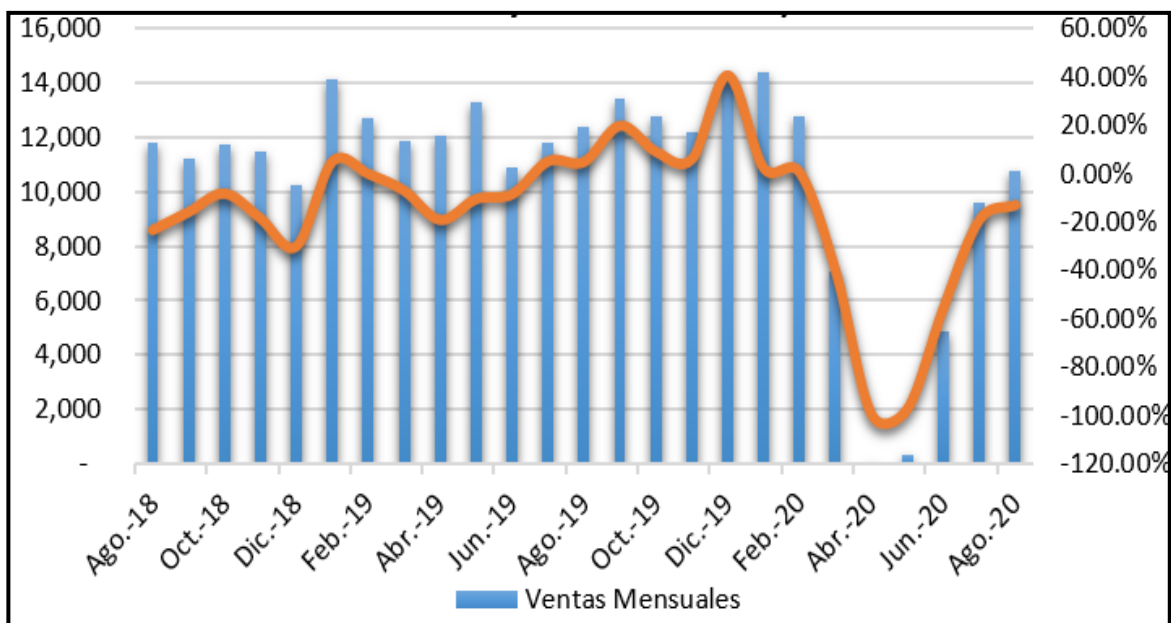
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Anexo 3: Sector Comercio: junio 2020

Sector	Variación porcentual 2020/2019	
	Junio	Enero-Junio
Sector Comercio	-27,98	-27,62
Venta, mantenimiento y reparación de veh. automotores	-28,86	-35,93
Venta al por mayor	-26,19	-25,50
Venta al por menor	-31,76	-29,59

Fuente: INEI – Encuesta Mensual de Comercio

Anexo 4: Ventas de Vehículos Livianos: agosto 2018 – agosto 2020 (Ventas en el mes y variación anual)



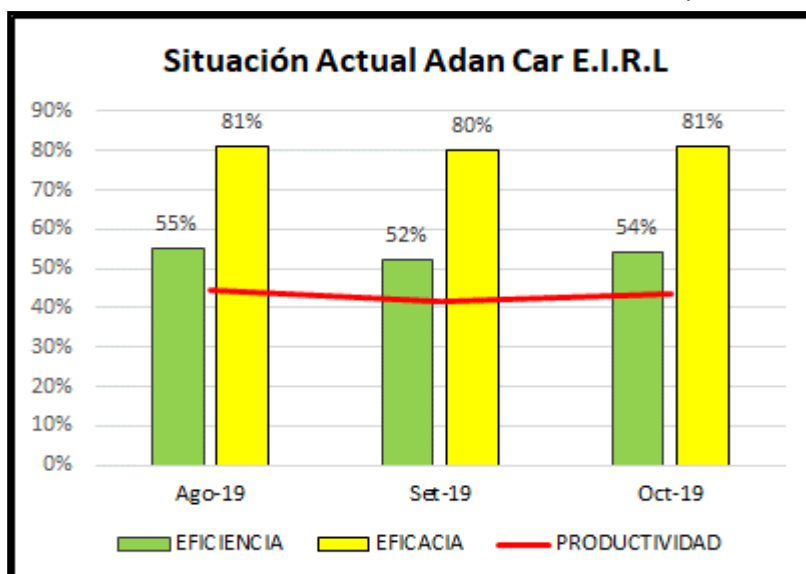
Fuente: Asociación Automotriz del Perú

Anexo 5: Situación actual de la empresa

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA				
DESCRIPCIÓN	Ago-19	Set-19	Oct-19	PROMEDIO
EFICIENCIA	55%	52%	54%	54%
EFICACIA	81%	80%	81%	81%
PRODUCTIVIDAD	45%	42%	44%	43%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6: Estadística de la situación actual de la empresa



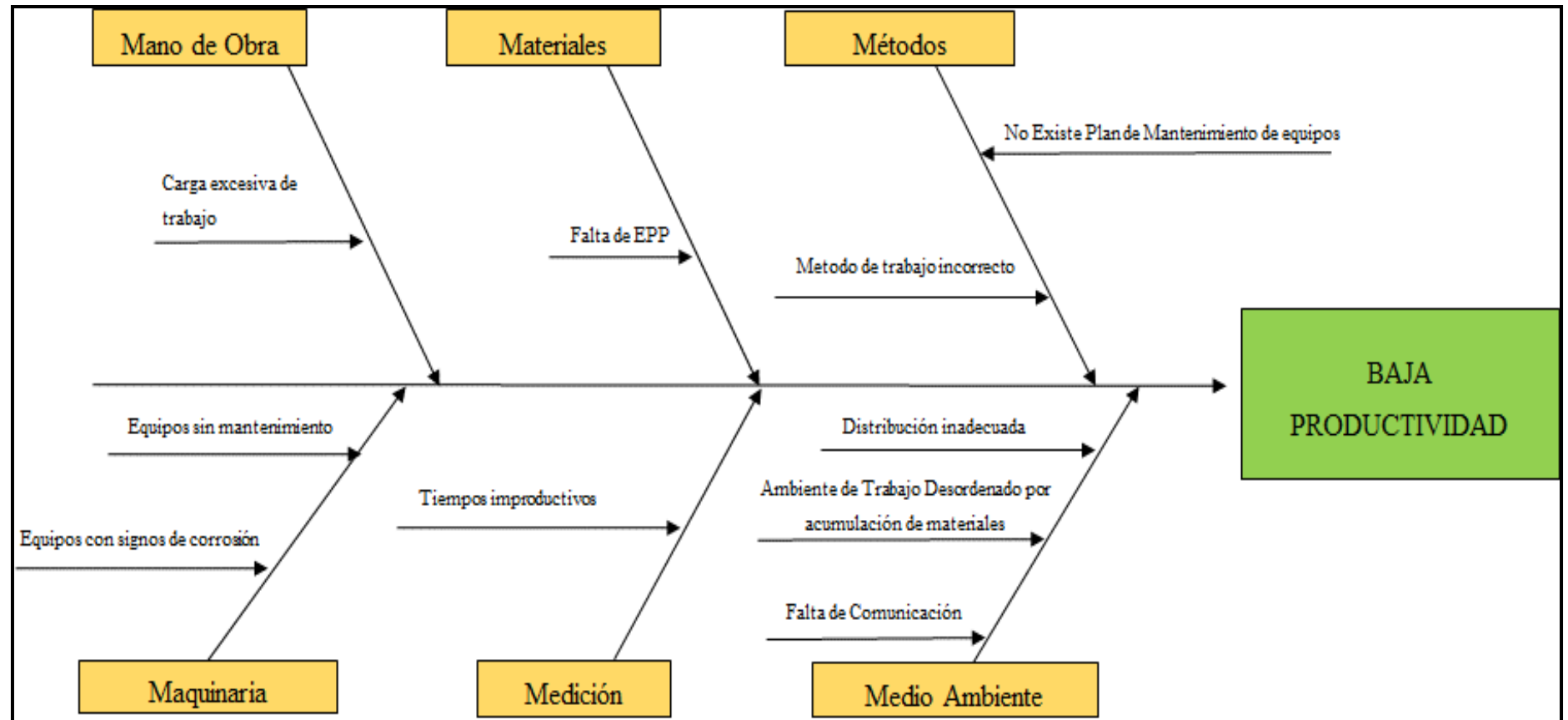
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7: Causas en el proceso de pintado de vehículos ligeros

Nº	BAJA PRODUCTIVIDAD
C1	Carga Excesiva de Trabajo
C2	Falta de Comunicación
C3	Falta de EPP
C4	Metodo de Trabajo Incorrecto
C5	No existe Plan Mantenimiento de Equipos
C6	Ambiente de Trabajo Desordenado por acumulación de materiales
C7	Distribución inadecuada
C8	Tiempos improductivos
C9	Equipos sin Mantenimiento
C10	Equipos con signos de Corrosión

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8: Diagrama de Ishikawa



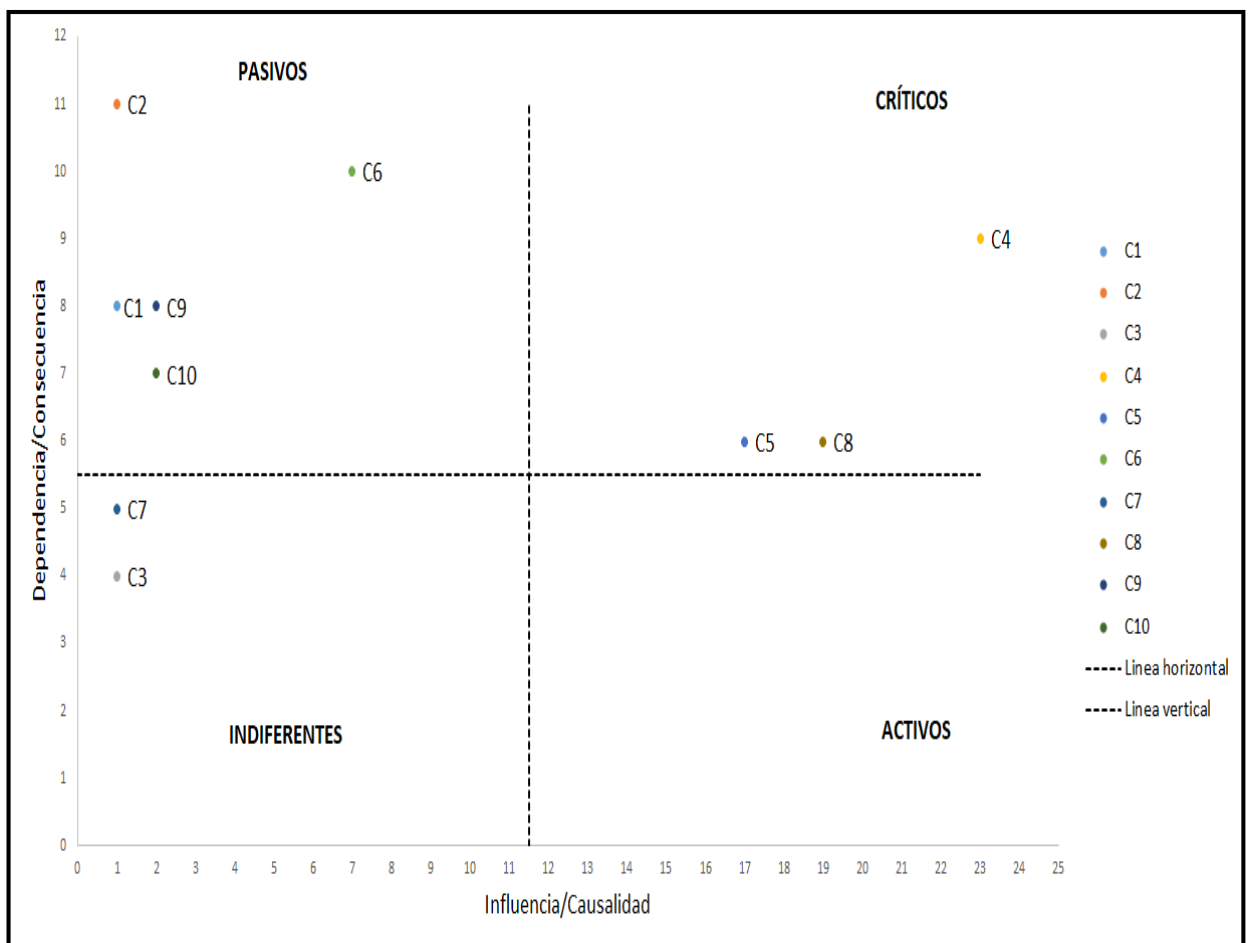
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9: Matriz de Correlación

Matriz de Correlación												
Código	Variable	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	INFLUENCIA
C1	Carga Excesiva de Trabajo		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
C2	Falta de Comunicación	1		0	0	0	0	0	0	0	0	1
C3	Falta de EPP	0	1		0	0	0	0	0	0	0	1
C4	Metodo de Trabajo Incorrecto	3	3	3		3	3	3	3	1	1	23
C5	Distribución inadecuada	1	3	0	3		3	0	1	3	3	17
C6	Ambiente de Trabajo Desordenado por acumulación de materiales	0	1	0	3	0		1	1	0	1	7
C7	No existe Plan Mantenimiento de Equipos	0	0	0	0	0	1		0	0	0	1
C8	Tiempos Improductivos	3	3	1	3	1	3	1		3	1	19
C9	Equipos sin Mantenimiento	0	0	0	0	1	0	0	0		1	2
C10	Equipos con signos de Corrosión	0	0	0	0	1	0	0	0	1		2
DEPENDENCIA		8	11	4	9	6	10	5	6	8	7	74

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10: Clasificación en Plano Cartesiano de Matriz de Vester



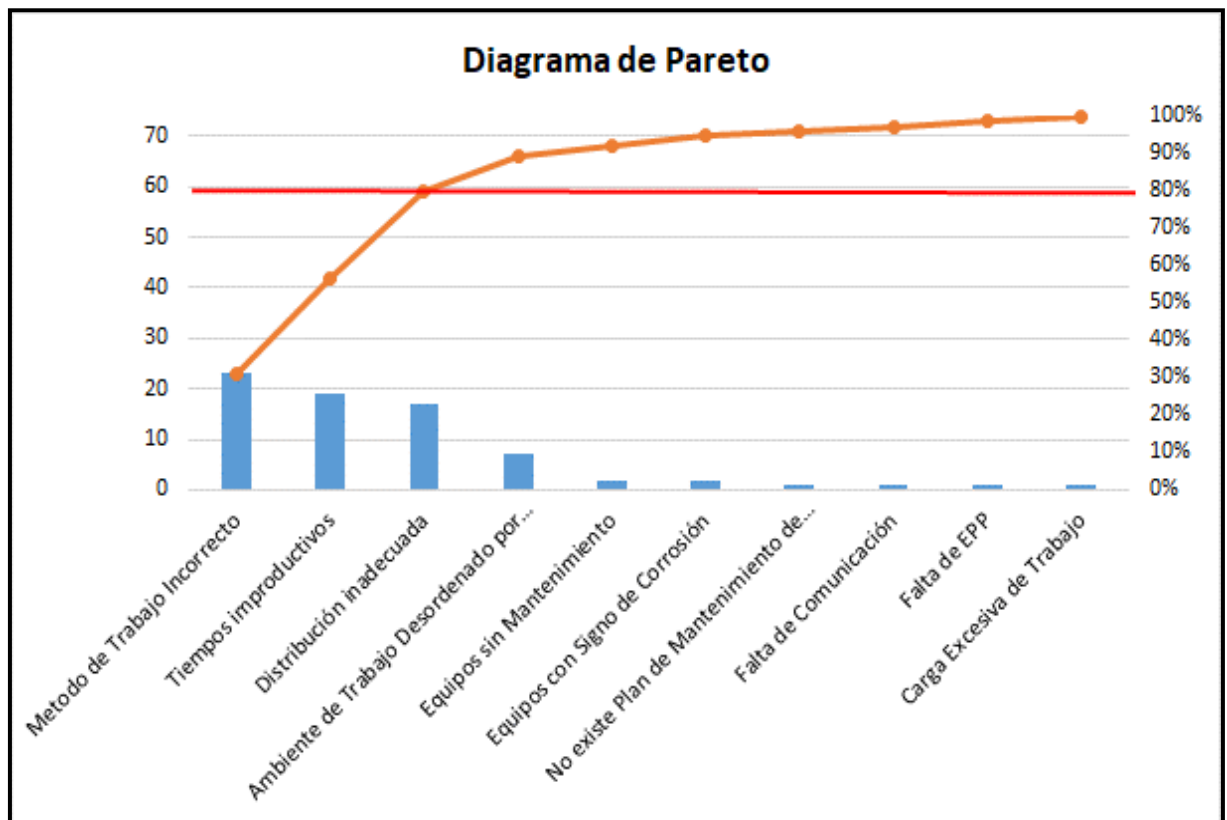
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11: Análisis de Pareto

CAUSAS QUE ORIGINAN LA BAJA PRODUCTIVIDAD		Frecuencia	Frecuencia acumuladas	Frecuencia porcentual Parcial	Frecuencia Porcentual acumulada	AREAS
C4	Metodo de Trabajo Incorrecto	23	23	31%	31%	P
C8	Tiempos improductivos	19	42	26%	57%	P
C5	Distribución inadecuada	17	59	23%	80%	G
C6	Ambiente de Trabajo Desordenado por acumulación de materiales	7	66	9%	89%	G
C9	Equipos sin Mantenimiento	2	68	3%	92%	M
C10	Equipos con Signo de Corrosión	2	70	3%	95%	M
C7	No existe Plan de Mantenimiento de Equipos	1	71	1%	96%	P
C2	Falta de Comunicación	1	72	1%	97%	G
C3	Falta de EPP	1	73	1%	99%	G
C1	Carga Excesiva de Trabajo	1	74	1%	100%	G
Total		74		100%		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12: Diagrama de Pareto



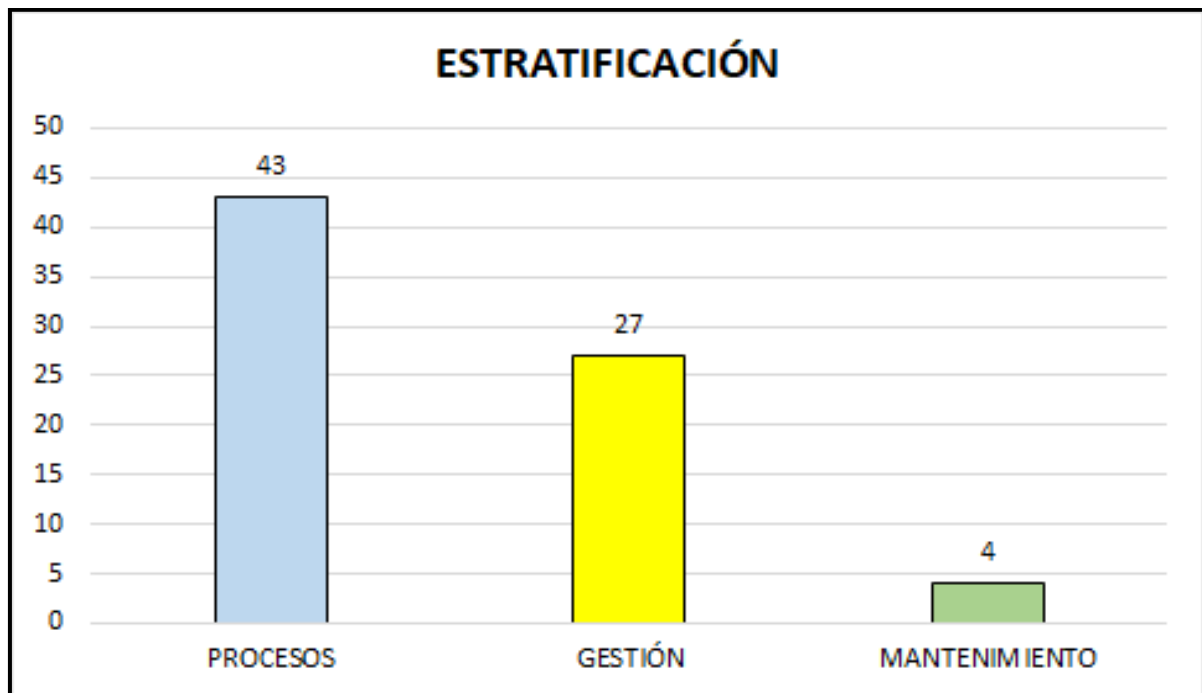
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13: Estratificación por área

Causas que originan el problema	Frecuencia	Área
Metodo de Trabajo Incorrecto	23	PROCESOS
Tiempos Improductivos	19	
No existe Plan de Mantenimiento de Equipos	1	
Distribución inadecuada	17	GESTIÓN
Ambiente de Trabajo Desordenado por acumulación de materiales	7	
Falta de Comunicación	1	
Falta de EPP	1	
Carga Excesiva de Trabajo	1	
Equipos con Signo de Corrosión	2	MANTENIMIENTO
Equipos sin Mantenimiento	2	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14: Diagrama de Estratificación



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15: Alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				Total
	SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	COSTO DE LA APLICACIÓN	FACILIDAD DE APLICACIÓN	TIEMPO DE APLICACIÓN	
ESTUDIO DEL TRABAJO	2	2	1	2	7
SS	1	2	1	1	5
MEJORA DE PROCESOS	1	1	1	1	4
No bueno (0), Bueno (1), Muy Bueno (2)					
SUSTENTO PARA TOMAR CADA ALTERNATIVA					
Criterios establecidos de manera conjunta con mi jefe inmediato					

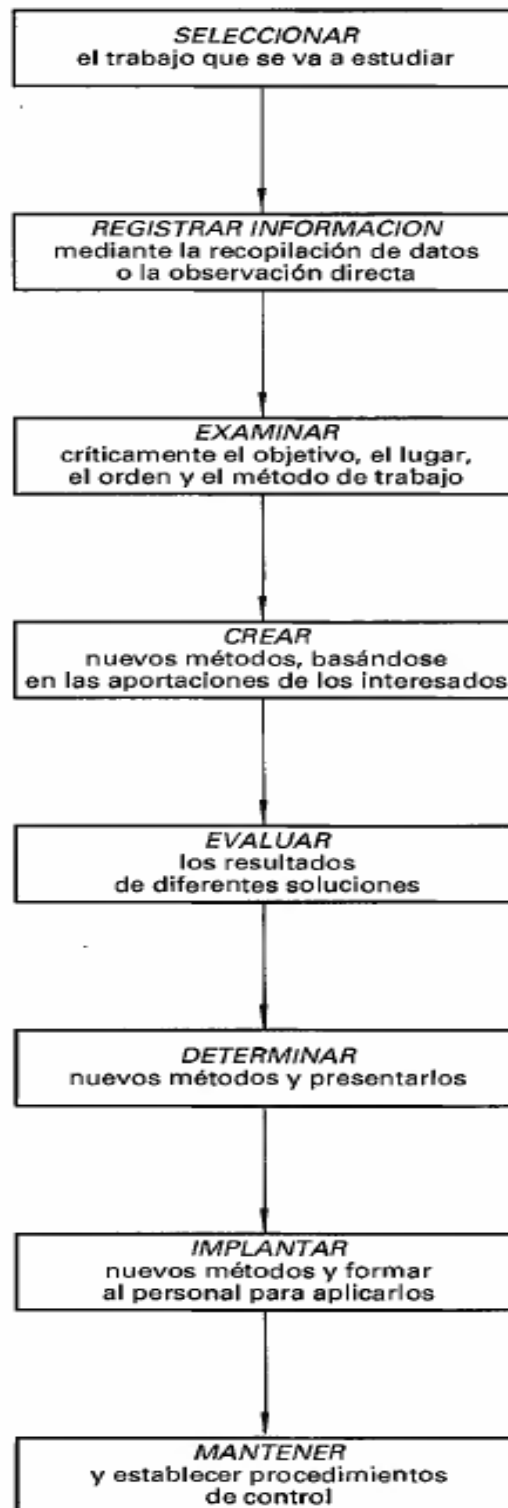
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16: Matriz de Priorización

	MEDICION	MANO DE OBRA	MATERIALES	MEDIO AMBIENTE	MAQUINARIA	METODOS	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	PORCENTAJE	IMPACTO	CALIFICACION	PRIORIDAD	
PROCESOS	19	0	0	0	0	24	ALTO	43	58%	7	301	1	ESTUDIO DEL TRABAJO
GESTIÓN	0	1	1	25	0	0	MEDIO	27	36%	5	135	2	SS
MANTENIMIENTO	0	0	0	0	4	0	BAJO	4	5%	4	16	3	MEJORA DE PROCESOS
TOTAL CAUSAS	19	1	1	25	4	24		74					


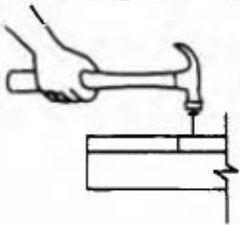
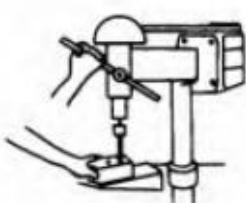







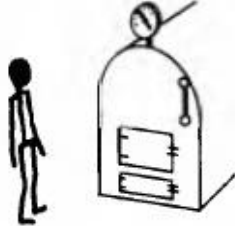



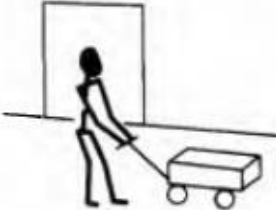




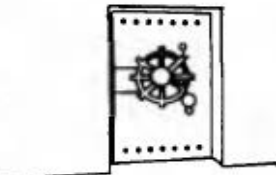
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17: Etapas del Estudio del Trabajo



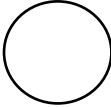
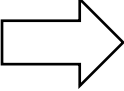

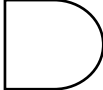
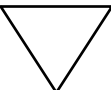
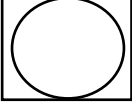
Fuente: KANAWATY George 1996. P.22

Anexo 18: Símbolos del diagrama de procesos

Actividad	Ejemplo		
OPERACION 	 Clavar	 Agujerear	 Mecanografiar
TRANSPORTE 	 Por carro	 Por aparejo	 A mano
INSPECCION 	 Control de cantidad y/o de calidad	 Lectura de indicador	 Lectura de un documento
ESPERA 	 Material en espera de ser procesado	 Trabajador en espera de ascensor	 Documentos en espera de clasificación
Almacena- miento 	 Almacenamiento a granel	 Depósito de productos terminados	 Archivo

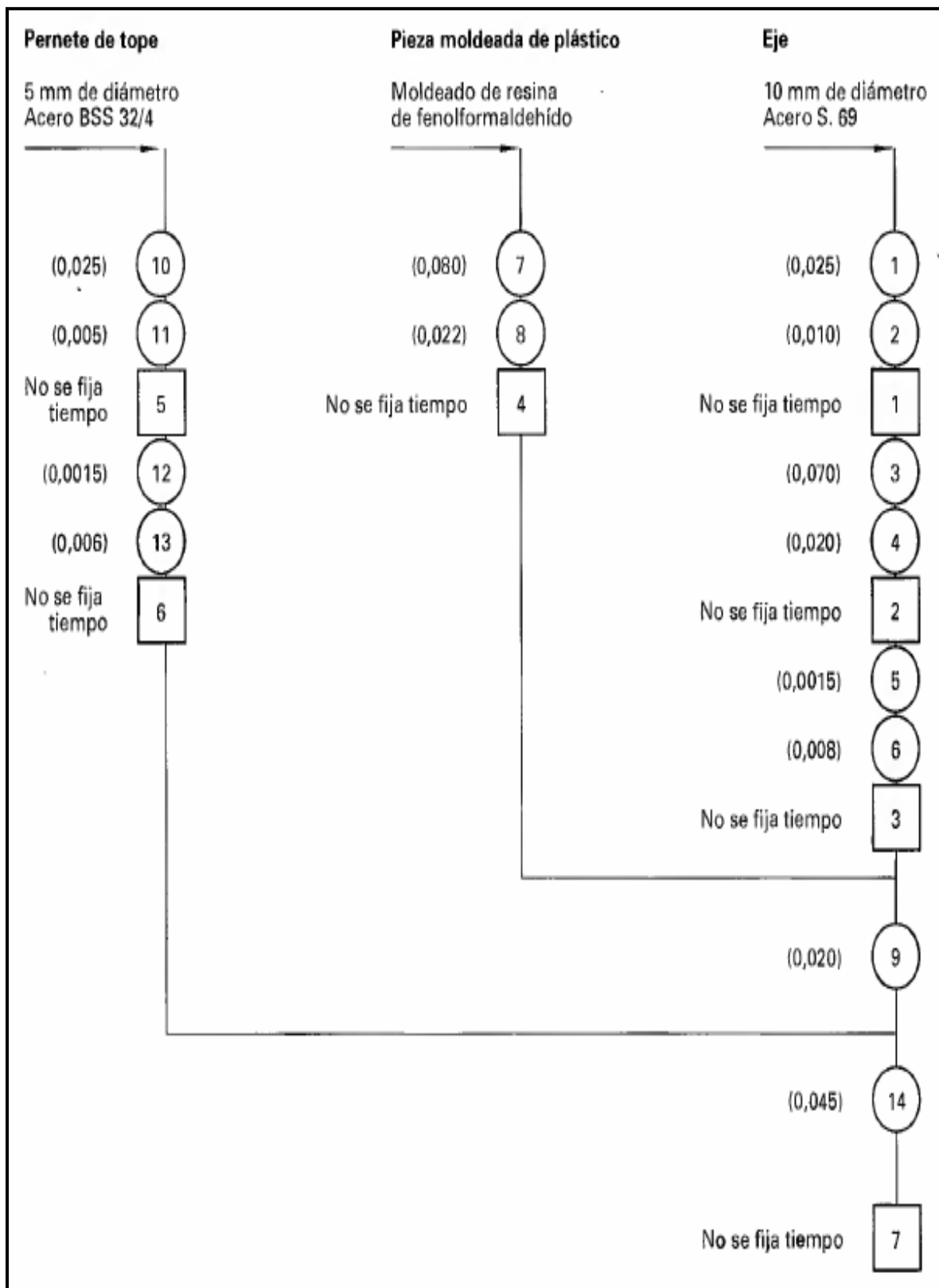
Fuente: KANAWATY George 1996. p.87

Anexo 19: Descripción de los símbolos del diagrama de procesos

	<p>Operación: La pieza, materia o producto sufre una modificación o cambio; también, cuando el operario da o recibe información y cuando este planea o calcula.</p>
	<p>Transporte: Representa el movimiento del trabajador, material y equipo de un lugar a otro.</p>
	<p>Inspección: Comprobar que la operación ha sido ejecutada correctamente</p>
	<p>Demora: Existe un retraso o una espera antes del siguiente paso.</p>
	<p>Almacenaje: Se almacena el producto o se protege.</p>
	<p>Actividades Combinadas: Representa varias actividades que se ejecutan al mismo tiempo o por la misma persona en un mismo lugar.</p>

Fuente: KANAWATY George ,1996, p.84 – 86

Anexo 20: Ejemplo de diagrama de operaciones de un montaje de un rotor de interruptor



Fuente: KANAWATY George ,1996, p.90

Anexo 21: Ejemplo de diagrama de actividades de proceso: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto:		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Motores de autobús usados		Operación	○	4					
		Transporte	▷	21					
Actividad:		Espera	□	3					
Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección		Inspección	□	1					
		Almacenamiento	▽	1					
Método: Actual/Propuesto		Distancia (m)		237,5					
Lugar: Taller de desengrase		Tiempo (min.-hombre)		—	—	—			
Operario(s): Ficha núm. 1234		Costo		—					
571		Mano de obra		—					
Compuesto: Fecha:		Material		—					
Aprobado por: Fecha:		Total		—	—	—			
Descripción	Canti- dad	Dis- tancia (m)	Tiem- po (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	▷	□	□	▽	
En almacén de motores usados	1	—	—						
Motor recogido									Con grúa eléctrica
Transportado hasta grúa siguiente		24							Con grúa eléctrica
Descargado en tierra									
Recogido									Con grúa eléctrica
Transportado hasta taller de desmontaje		30							Con grúa eléctrica
Descargado en tierra									
Desmontado									
Piezas principales limpiadas y extendidas									
Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado									
Piezas llevadas a jaula de desengrase		3							
Cargadas para llevar a desengrasar									
Transportadas hasta desengrasadora		1,5							Con grúa de mano
Descargadas en desengrasadora									
Desengrasadas									
Sacadas de desengrasadora									Con grúa de mano
Transportadas desde desengrasadora		6							Con grúa de mano
Descargadas en tierra									
Dejadas enfriar									
Transportadas hasta bancos de limpieza		12							A mano
Limpiadas a fondo									
Colocadas ya limpias en una caja		9							A mano
Esperar transporte									
Cargadas en carrillo las piezas salvo bloque y culatas de cilindros									
Transportadas hasta departamento de inspección de motores		76							En carrillo
Descargadas y extendidas en mesa de inspección									
Bloque y culatas de cilindros cargados en carrillo									
Transportados hasta departamento de inspección de motores		76							En carrillo
Descargados en tierra									
Depositados provisionalmente en espera de inspección									
				</					

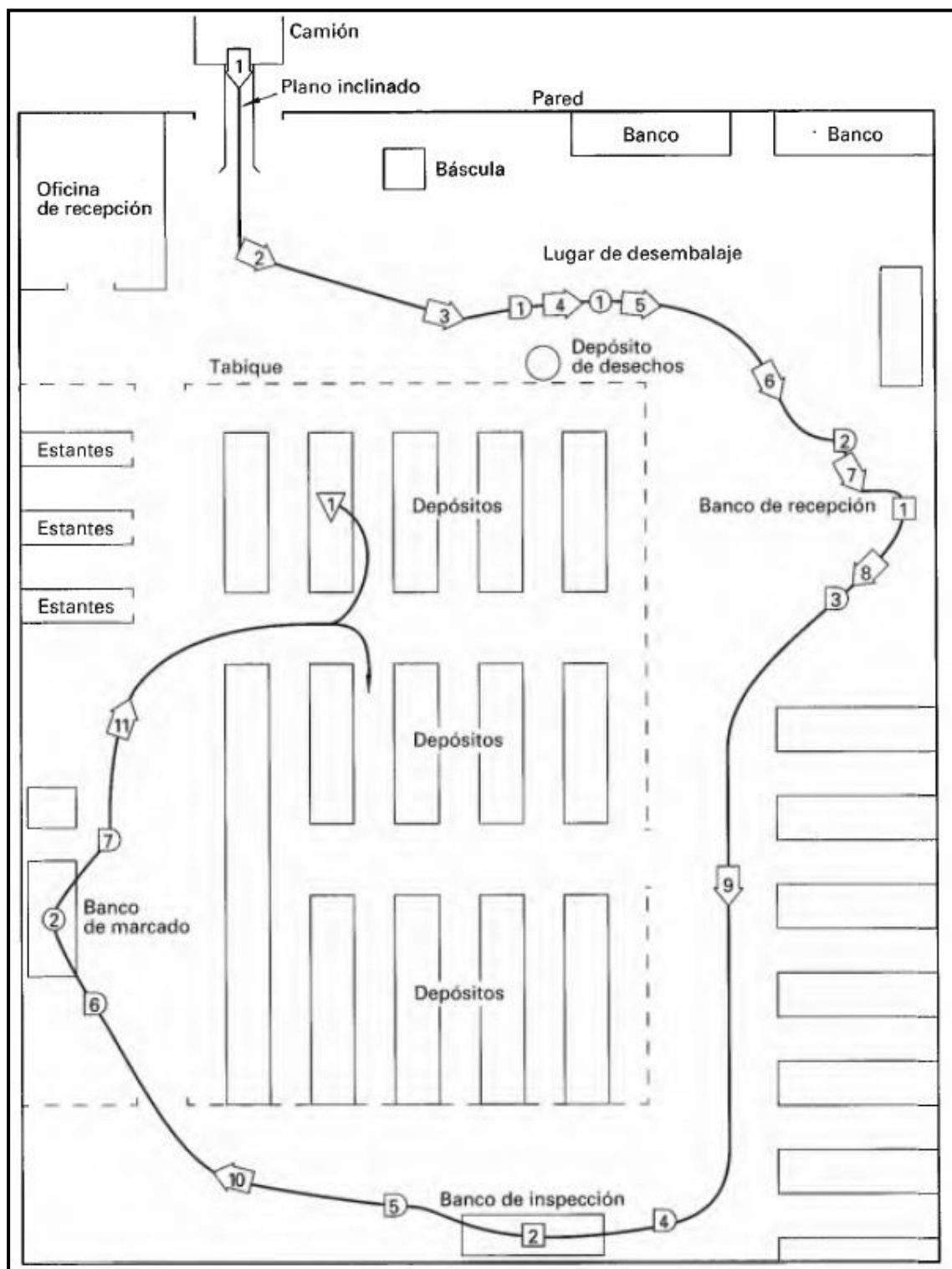
Fuente: KANAWATY George ,1996, p.95

Anexo 22: Ejemplo de diagrama bimanual: corte de tubos de vidrio

[illegible]

Fuente: KANAWATY George, 1996, p.154

Anexo 23: Ejemplo de diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas



Fuente: KANAWATY George ,1996, p.105

Anexo 24: Cronómetro mecánico



Fuente: Meyers, 2000, p.137

Anexo 25: Cronómetros digitales y electrónicos



Fuente: Meyers, 2000, p.141

Anexo 26: Ejemplo de formulario de estudio de tiempos

[illegible]

Fuente: KANAWATY George ,1996, p.281

Anexo 27: Sistema de calificación de habilidades por Westinghouse

+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

Anexo 28: Sistema de calificación de esfuerzo por Westinghouse

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

Anexo 29: Sistema de calificación de condiciones por Westinghouse

+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

Anexo 30: Sistema de calificación de consistencia por Westinghouse

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

Anexo 31: Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	HOMBRE	MUJER			
A.Necesidades personales	5	7	E) Condiciones atmosféricas		
B.Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	HOMBRE	MUJER			
A)Trabajo de pie			16	0	
Trabajo de pie	2	4	14	0	
			12	0	
			10	3	
			8	10	
B)Postura anormal			6	21	
Ligeramente incómoda	0	1	5	31	
Incómoda(inclinado)	2	3	4	45	
Muy incómoda(echado, estirado)	7	7	3	64	
			2	100	
C)Uso de fuerza o energía muscular(levantar, tirar o empujar)			F) Tensión virtual		
Peso levantado por kilómetro			Trabajos de cierta precisión	0	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7.5	2	3	G) Ruido		
			Continuo	0	0
10	3	4	Interminentemente fuerte	2	2
12.5	4	6	Interminentemente y muy fuerte	5	5
15	5	8	Estridentes y muy fuerte	7	7
17.5	7	10	H) Tensión mental		
20	9	13	Proceso algo complejo	1	1
22.5	11	16	Proceso complejo o atención dividida	4	4
25	13	20(máy)	Proceso muy complejo	8	8
30	17	-	I) Monotonía mental		
33.5	22	-	Trabajo algo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
D)Iluminación			Trabajo muy monótono	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	J) Monotonía física		
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy aburrido	0	0
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: García Roberto, 2005, p.228

Anexo 32: Numero de ciclos de observación

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

Anexo 33: Matriz de Operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
VI: ESTUDIO DEL TRABAJO	El estudio del trabajo analiza la actividad del trabajador para conocer su método de trabajo actual, eliminando o modificando el método inadecuado o excesivo, estableciendo un tiempo apropiado para el desarrollo de dicha actividad. (Kanawaty, 1996, p. 9).	El estudio del trabajo busca la manera más óptima para mejorar el servicio de la empresa Adan Car E.I.R.L., mediante la aplicación del estudio de métodos y estudio de tiempos, a través de la toma de tiempos por cronómetro y la técnica de observación	Estudio de Métodos	$I.A = \frac{(\sum AV - \sum ANV)}{\sum AV}$ <p><i>I.A:</i> Índice de actividades que agregan valor (%) <i>ΣAV:</i> suma de todas las actividades (unid.) <i>ΣANV:</i> Suma de todas las Actividades que no agregan valor (unid.)</p>	Razón
			Estudio de Tiempos	$TS = TN \times (1 + S)$ <p><i>TS:</i> Tiempo Estándar (min) <i>TN:</i> Tiempo Normal (min) <i>S:</i> Suplementos (%)</p>	Razón
VD: PRODUCTIVIDAD	La productividad es la relación entre los productos/servicios realizados e insumos utilizados. (Kanawaty, 1996, p. 4)	Mediante la eficiencia y la eficacia podemos medir la productividad del proceso de pintado de vehículos livianos A1 de la empresa Adan Car E.I.R.L.	Eficiencia	$ITu = \frac{Tu}{Te}$ <p><i>ITu:</i> Índice de tiempo utilizado (%) <i>Tu:</i> Tiempo utilizado del trabajador (min) <i>Te:</i> Tiempo esperado del trabajador (min)</p>	Razón
			Eficacia	$ISr = \frac{Sr}{Sp}$ <p><i>ISr:</i> Índice de servicios realizados (%) <i>Sr:</i> Servicios de pintado realizados (unid.) <i>Sp:</i> Servicios de pintado programados (unid.)</p>	Razón

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 34: Matriz de Consistencia

Matriz de consistencia				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de estudio de trabajo incrementará la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar de qué manera la aplicación del estudio de trabajo incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de estudio de trabajo incrementa la productividad en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>El estudio del trabajo analiza la actividad del trabajador para conocer su método de trabajo actual, eliminando o modificando el método inadecuado o excesivo, estableciendo un tiempo apropiado para el desarrollo de dicha actividad. (Kanawaty, 1996, p. 9).</p>	<p>Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental-cuasi experimental</p> <p>Población: La población será el proceso de pintado de vehículos livianos A1.</p> <p>Muestra: La muestra será igual a la población; es decir, nos enfocaremos en el proceso de pintado de vehículos livianos A1.</p> <p>Criterio inclusión: El estudio de pre-test se realizará en un periodo de 25 días en el mes de noviembre 2019 y sólo se considerarán las horas que demora el proceso de pintado de vehículos al día; es decir de 5.15 horas ya que en el taller se dedican a múltiples tareas; de igual manera, solo se está tomando en cuenta 6 días a la semana.</p> <p>Criterio de exclusión: No se está considerando los domingos, tampoco las horas de refrigerio de 1 hora al día</p> <p>Técnica: observación.</p> <p>Instrumento: Fichas de registro de tomas de tiempo, formato para el estudio de tiempos, tablas para calcular la eficiencia, eficacia y productividad, tablas de registro de diagramas de operaciones y actividades del proceso, tablas de diagrama bimanual y el cronómetro.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de estudio de trabajo incrementará la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp - 2020?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de estudio de trabajo incrementará la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar de qué manera la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.</p> <p>Determinar de qué manera la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.</p>	<p>Hipótesis específicos:</p> <p>La aplicación de estudio de trabajo incrementa la eficiencia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.</p> <p>La aplicación de estudio de trabajo incrementa la eficacia en el proceso de pintado de la empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020.</p>	<p>Variable específica:</p> <p>La productividad es la relación entre los productos/servicios realizados e insumos utilizados. (Kanawaty, 1996, p. 4)</p>	

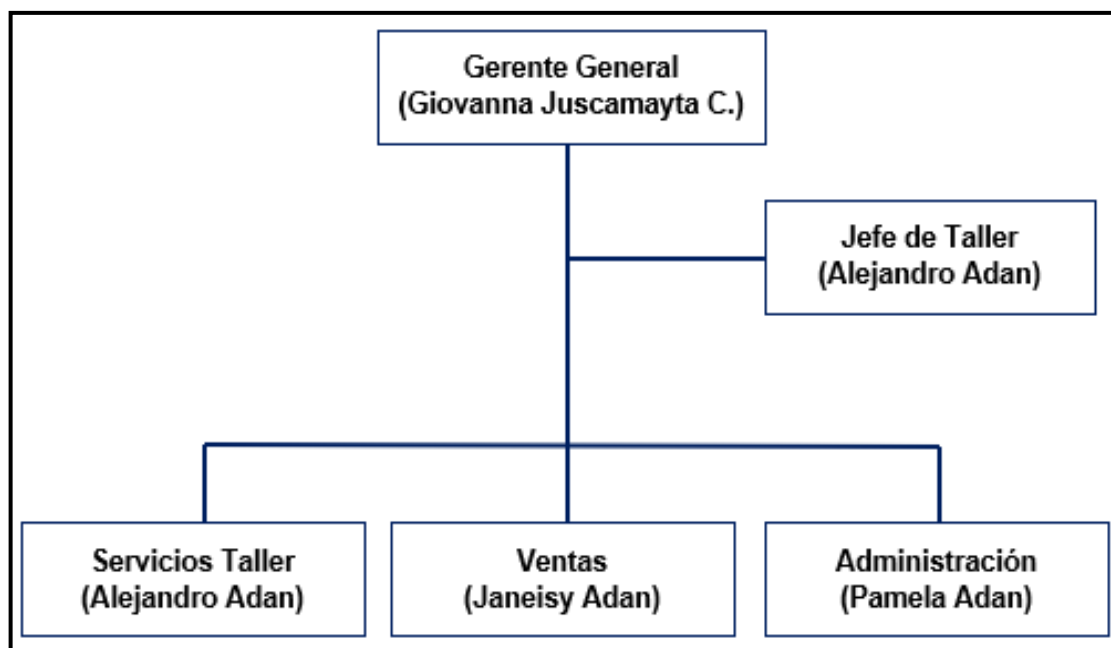
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 35: Ubicación geográfica de la empresa Adan Car E.I.R.L



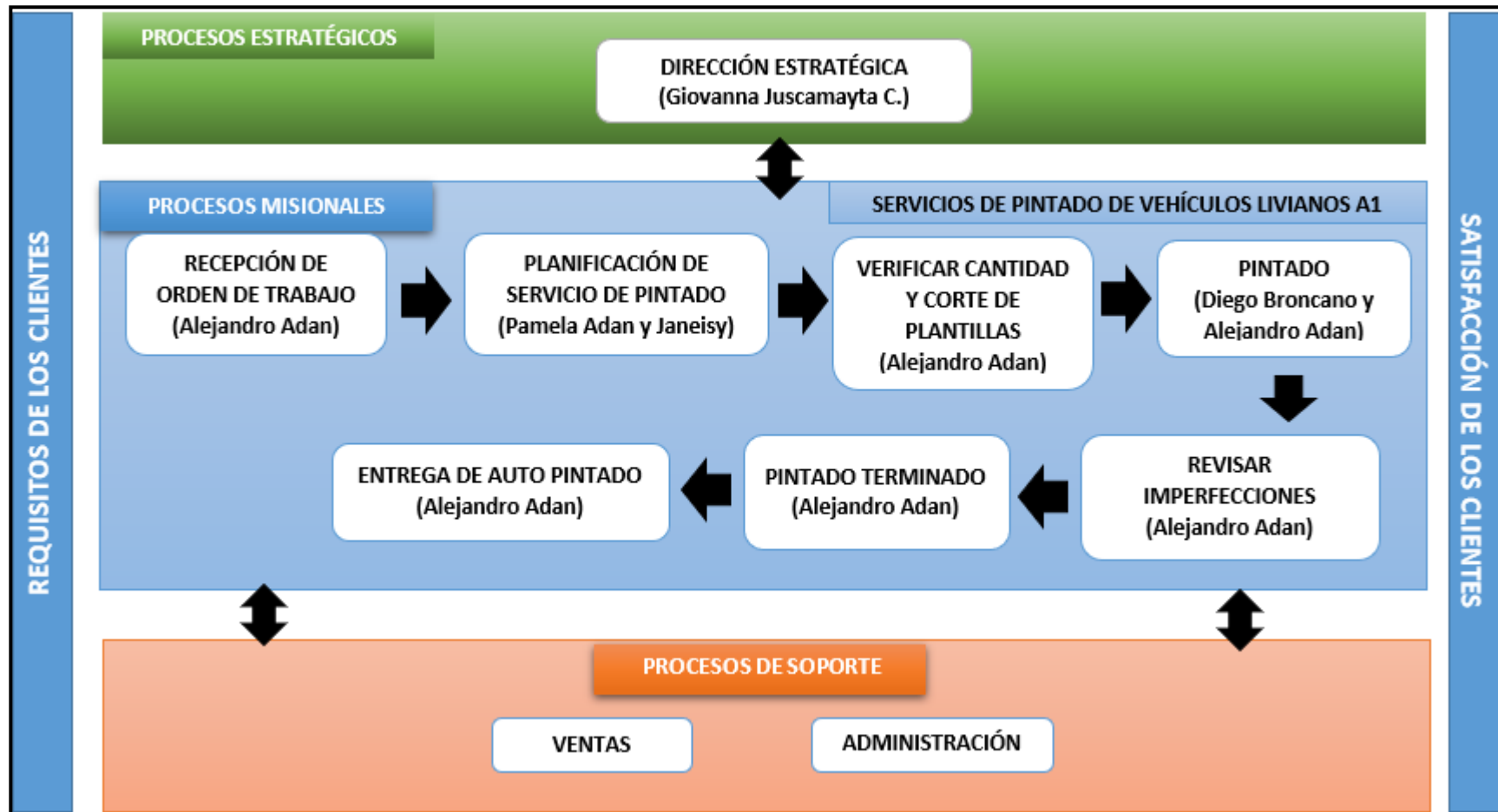
Fuente: Google Maps

Anexo 36: Organigrama estructural de la empresa Adan Car E.I.R.L



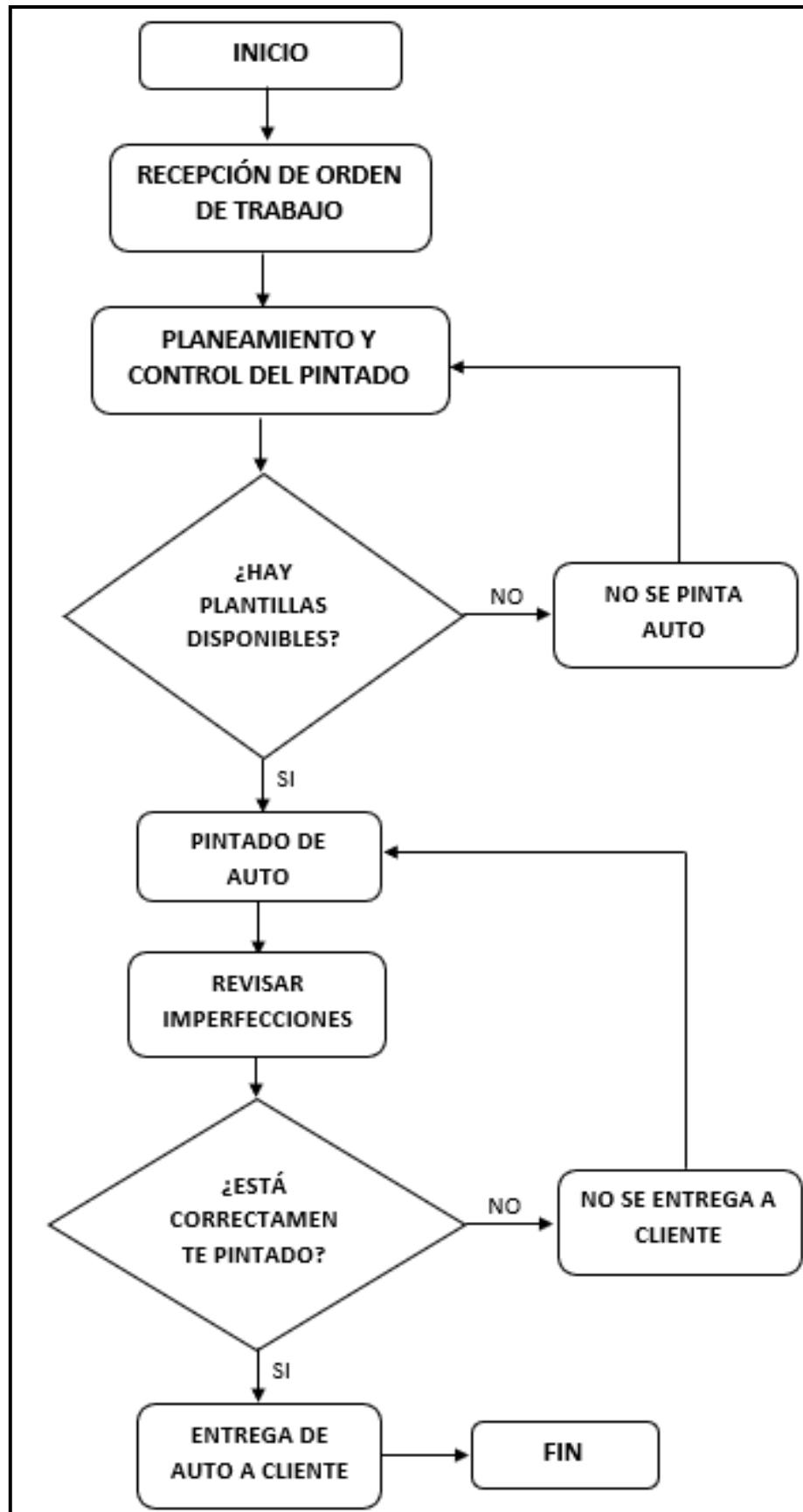
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 37: Mapa de Procesos de la empresa Adan Car E.I.R.L



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 38: Flujograma de la empresa Adan Car E.I.R.L



Fuente: Elaboración Propia

Tipos de pintado de placas para vehículos ligeros A1	
Pintado de franjas de rastreo	
Pintado de franjas de código	
Pintado de Capot	
Pintado de franjas de alquiler	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 40: Datos Históricos de los servicios de Adan Car E.I.R.L

DATOS HISTÓRICOS DE SERVICIOS DE ADAN CAR E.I.R.L (AGOSTO-OCTUBRE) 2019					
SERVICIOS	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	TOTAL (unid.)	PORCENTAJE
Pintado de autos livianos A1	50	49	52	151	43%
Venta de autopartes	20	18	19	57	16%
Fabricación e instalación de seguros y protectores para autos	12	15	13	40	11%
servicios de plastificado y remaches	9	10	10	29	8%
Venta de señalizaciones y stickers	8	10	9	27	8%
ventas de cintas reflectoras e implementos para revisiones	8	8	10	26	7%
Venta de placas autoadhesivas y extintoras	7	6	6	19	5%
				349	100%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 41: Mano de obra directa de la empresa Adan Car E.I.R.L

MANO DE OBRA DIRECTA			
N°	NOMBRES	CARGO	ÁREA
1	ALEJANDRO ADAN	MAESTRO PINTOR	PINTADO



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 42: Mano de obra indirecta de la empresa Adan Car E.I.R.L

MANO DE OBRA INDIRECTA			
N°	NOMBRES	CARGO	ÁREA
1	PAMELA ADAN	ADMINISTRACION	PINTADO
2	JANEISY ADAN	VENTAS	PINTADO

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 43: Equipos para el pintado de vehículos livianos A1

EQUIPOS	IMAGEN	CANTIDAD
COMPRESORA		1 Unid.
SOPLETE		1 Unid.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 44: Materiales para el pintado de vehículos livianos A1

MATERIALES	IMAGEN	CANTIDAD
IMAN		16 Unid.
TIJERA		1 Unid.
WAYPE		250 gr
CARTULINA DUPLEX CALIBRE 12		5 Pliegos
BROCHA		2 Unid.
POTES VACIOS		4 Unid.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 45: Horario de trabajo de lunes a viernes de la empresa Adan Car E.I.R.L

HORARIO DE TRABAJO DE LUNES A VIERNES			
TAREA	COMENZAR DE PINTAR	TERMINAR DE PINTAR	TIEMPO
PINTADO	09:45 a.m.	01:00 p.m.	3.15 Horas
REFRIGERIO	01:00 p.m.	02:00 p.m.	1.00 Horas
PINTADO	02:00 p.m.	04:00 p.m.	2.00 Horas
HORAS TRABAJADAS			5.15 Horas
HORAS LIBRES			1.00 Horas

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 46: Horario de trabajo sabatino de la empresa Adan Car E.I.R.L

HORARIO DE TRABAJO SÁBADOS			
TAREA	COMENZAR A PINTAR	TERMINAR DE PINTAR	TIEMPO
PINTADO	09:00 a.m.	12:15 p.m.	3.15 Horas
REFRIGERIO	12:15 p.m.	01:15p.m.	1.00 Horas
PINTADO	01:15 p.m.	03:15 p.m.	2.00 Horas
HORAS TRABAJADAS			5.15 Horas
HORAS LIBRES			1:00 Horas

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 47: Motivos de los reprocesos en el pintado de vehículos livianos A1 (pre-test)

MOTIVOS DE REPROCESOS (pre-test)				TOTAL REPROCESOS (Unid.)
OPERACIÓN	PLANTILLA MAL RECORTADA	PLANTILLA MAL POSICIONADA	ESCASA PINTURA	
Pintado lateral izquierdo	0	1	0	1
Pintado lateral derecho	0	1	0	1
Pintado superior	1	1	1	3
Pintado frontal	1	0	1	2
Pintado posterior	1	1	1	3
Total:				10

Fuente: Elaboración propia

Anexo 48: Motivos de los reprocesos en el pintado de vehículos livianos A1 (post-test)

MOTIVOS DE REPROCESOS (post-test)				TOTAL REPROCESOS (Unid.)
OPERACIÓN	PLANTILLA MAL RECORTADA	PLANTILLA MAL POSICIONADA	ESCASA PINTURA	
Pintado lateral izquierdo	0	0	0	0
Pintado frontal	0	0	0	0
Pintado lateral derecho	0	0	0	0
Pintado superior	0	1	0	1
Pintado posterior	1	0	1	2
Total:				3

Fuente: Elaboración propia

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Alejandro Ríos, dueño de la empresa Adan Car EIRL, identificado con DNI 08945944, me presento ante ustedes y declaro lo siguiente:

Autorizo a los alumnos de la Universidad Cesar Vallejo, Joaquín Huerta Pinglo con DNI 47356153 e Italo Giovanni Meincken Guillermo con DNI 48292937; estudiantes del XI ciclo de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial; permiso para recolectar datos bajo mi consentimiento en el proceso de pintado de la empresa Adan Car EIRL, cuyo propósito es el desarrollo del proyecto de investigación titulado "Estudio de Trabajo para Incrementar la Productividad en el Proceso de Pintado de la Empresa Adan Car EIRL., SMP, 2019".

Lima, 17 de octubre del 2019



Firma


HUELLA

Nombre y Apellidos: ALEJANDRO, Ríos

DNI N°: 08945944

Anexo 50: Juicios de experto



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	$IA = \frac{(\sum AV - ANV)}{\sum AV}$ <p>IA: Índice de actividades que agregan valor (%) $\sum AV$: Suma de todas las actividades (unid.) $\sum ANV$: Suma de todas las Actividades que no agregan valor (unid.)</p>	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Estudio de Tiempos	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
2	$TS = TN \times (1 + S)$ <p>TS: Tiempo Estándar (min) TN: Tiempo Normal (min) S: Suplementos (%)</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **Sí hay suficiencia**

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: MSc Delgado Montes, Mary Laura

DNI: 42917804

Especialidad del validador: Gestión de procesos y operaciones

23 de Octubre del 2020

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
3	$ITu = \frac{Tu}{Te}$ <i>ITu: Índice de tiempo utilizado (%)</i> <i>Tu: Tiempo utilizado del trabajador (min)</i> <i>Te: Tiempo esperado del trabajador (min)</i>	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
4	$ISr = \frac{Sr}{Sp}$ <i>ISr: Índice de servicios realizados (%)</i> <i>Sr: Servicios de pintado realizados (unid.)</i> <i>Sp: Servicios de pintado programados (unid.)</i>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **Sí hay suficiencia**

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: MSc Delgado Montes, Mary Laura

DNI: 42917804

Especialidad del validador: Gestión de procesos y operaciones

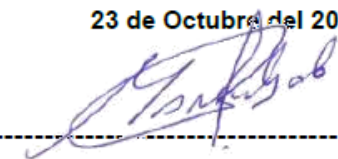
23 de Octubre del 2020

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:
ESTUDIO DEL TRABAJO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos $I.A = \frac{(\sum AV - \sum ANV)}{\sum AV}$ <i>I.A: Índice de actividades que agregan valor (%)</i> <i>ΣAV: Suma de todas las actividades (unid.)</i> <i>ΣANV: Suma de todas las Actividades que no agregan valor (unid.)</i>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Estudio de Tiempos	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$TS = TN \times (1 + S)$ <i>TS: Tiempo Estándar (min)</i> <i>TN: Tiempo Normal (min)</i> <i>S: Suplementos (%)</i>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

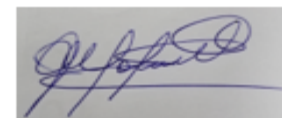
Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Molina Vilchez, Jaime Enrique **DNI: 06019540...**
Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 22 de octubre del 2020

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:
PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia							
3	$ITu = \frac{Tu}{Te}$ <i>ITu: Índice de tiempo utilizado (%)</i> <i>Tu: Tiempo utilizado del trabajador (min)</i> <i>Te: Tiempo esperado del trabajador (min)</i>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia							
4	$ISr = \frac{Sr}{Sp}$ <i>ISr: Índice de servicios realizados (%)</i> <i>Sr: Servicios de pintado realizados (unid.)</i> <i>Sp: Servicios de pintado programados (unid.)</i>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Molina Vilchez, Jaime Enrique **DNI:** 06019540...

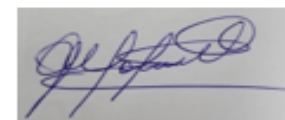
Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 22 de octubre del 2020

Firma del Experto Informante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:

ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos $I.A = \frac{(\sum AV - \sum ANV)}{\sum AV}$ <i>I.A: Índice de actividades que agregan valor (%)</i> <i>ΣAV: Suma de todas las actividades (unid.)</i> <i>ΣANV: Suma de todas las Actividades que no agregan valor (unid.)</i>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Estudio de Tiempos	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
2	$TS = TN \times (1 + S)$ <i>TS: Tiempo Estándar (min)</i> <i>TN: Tiempo Normal (min)</i> <i>S: Suplementos (%)</i>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: EGUSQUIZA RODRIGUEZ MARGARITA JESUS DNI: 08474379

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL 10 de Noviembre del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:
PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia							
3	$ITu = \frac{Tu}{Te}$ <i>ITu: Índice de tiempo utilizado (%)</i> <i>Tu: Tiempo utilizado del trabajador (min)</i> <i>Te: Tiempo esperado del trabajador (min)</i>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia							
4	$ISr = \frac{Sr}{Sp}$ <i>ISr: Índice de servicios realizados (%)</i> <i>Sr: Servicios de pintado realizados (unid.)</i> <i>Sp: Servicios de pintado programados (unid.)</i>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA
Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mag. EGUSQUIZA RODRIGUEZ MARGARITA JESUS **DNI:** 08474379

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL 10 de Noviembre del 2020


Firma del Experto Informante.
¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.


²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo


Anexo 51: Instrumentos

TOMA DE TIEMPOS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS																																																			
N°	OPERACIONES	EMPRESA										Adan Car E.I.R.L										AREA										Pintado																			
		MÉTODO										PRE - TEST										POST - TEST										PROCESO										Pintado de vehiculos Livianos									
		ELABORADO POR										MEINCKEN GUILLERMO ITALO GIOVANNY - HUERTA PINGLO JOAQUÍN										SERVICIO										Vehiculos Livianos A1																			
		TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS EN SEGUNDOS																																																	
		To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	To11	To12	To13	To14	To15	To16	To17	To18	To19	To20	To21	To22	To23	To24	To25	To26	To27	To28	To29	To30	Promedio																			
Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg																				

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS					
EMPRESA		Adan Car E.I.R.L		ÁREA	Pintado
MÉTODO		PRE-TEST	POST-TEST	PROCESO	Pintado de vehículos Livianos
ELABORADO POR:		Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin		SERVICIO	Vehículos Livianos A1
ITEM	OPERACIÓN	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
			Total:		



CÁLCULO DEL PROMEDIO DE NÚMERO DE MUESTRAS - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS						
EMPRESA	Adan Car E.I.R.L.			ÁREA	Pintado	
MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	PROCESO	Pintado de vehículos Livianos		
ELABORADO POR:	Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquín			SERVICIO	Vehículos Livianos A1	
ITEM	OPERACIÓN	NUMERO DE MUESTRAS				PROMEDIO
		1	2	3	4	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
Total:						



ADÁN CAR EQUIPAMIENTOS
 SEGURO DE FAROS
 JAULA DE SEGURIDAD
 Y ACCESORIOS PARA AUTOS.

Firmo

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR - PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS											
ITEM	OPERACIÓN	EMPRESA		Adan Car E.I.R.L.				ÁREA		Pintado	
		MÉTODO		PRE-TEST		POST-TEST		PROCESO		Pintado de vehículos Livianos	
		ELABORADO POR		Meincken Guillermo Italo - Huerta Pinglo Joaquin				SERVICIO		Vehículos Livianos A1	
		TIPO DE OPERACIÓN	PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO	WESTINGHOUSE				1+ FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
										Total tiempo (min):	

ADÁN CAR EQUIPAMIENTOS
SEGURO DE FAROS
JAULA DE SEGURIDAD
Y ACCESORIOS DE AUTOS.

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD - PROCESO DE PINTADO DE VEHICULOS LIVIANOS A1

[illegible]

Diagrama de Actividades de Procesos

[illegible]

ADÁN CAR EQUIPAMENTOS
SEGURO DE FARCOS
JALISCO
YACI
Firma

DIAGRAMA BIMANUAL DEL PROCESO DE PINTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS A1

[illegible]

ADÁN CAR EQUIPAMIENTOS
SEGURC DE FAROS
JAULA DE SEGURIDAD
YACEROS PARA AUTOS.

Anexo 52: Capacitaciones al personal de Adan Car E.I.R.L., mes de agosto del 2020

PLAN DE CAPACITACIONES										
EMPRESA:	ADAN CAR E.I.R.L			EXPOSITORES:		MEINCKEN GUILLERMO ITALO - JOAQUÍN HUERTA PINGLO				
ACTIVIDADES A DESARROLLAR	AGOSTO									
	1/08/2020	3/08/2020	8/08/2020	10/08/2020	15/08/2020	17/08/2020	22/08/2020	24/08/2020	29/08/2020	31/08/2020
EXPOSICIÓN SOBRE SITUACIÓN DE LA EMPRESA (DOP y DAP)										
INDUCCIÓN SOBRE HERRAMIENTA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO										
INDUCCIÓN SOBRE LIMPIEZA										
INDUCCIÓN SOBRE APLICACIÓN DE PINTURA										
1. IDENTIFICACIÓN DE COLOR										
2. TIPOS DE ACABADOS										
3. CLASIFICACIÓN DE PINTURAS DE ACABADO										
4. CÓMO USAR EL SOPLETE O PISTOLA										
5. SOLAPADO DE LAS RÁFAGAS										
6. APLICACIÓN DEL COLOR										
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS										
EVALUACIÓN PRÁCTICA FINAL										

Fuente: Elaboración propia

MANUAL DE OPERACIONES PARA DE PINTADO DE VEHICULOS



Limpieza previa al pintado

Paso 1: Aplicación de pintura de acabado

- 1. Descripción del proceso**
 - a) Paso 1: Limpieza con aire comprimido**
 - b) Paso 2: Desengrasado**

Aplicación de pintura

Paso 2: Aplicación de pintura

- 1. Identificación de color**
- 2. Tipos de acabados**
- 3. Clasificación de pinturas de acabados**
- 4. Cómo usar el soplete o pistola**
 - a) Regulación de la pistola**
 - b) Posición de la pistola**
 - c) Distancia de aplicación**
 - d) Movimiento de la pistola**
- 5. Solapado de las ráfagas**
- 6. Aplicación del color**

Limpieza previa al pintado

Aplicación de pintura de acabado: Paso 1

Primero se debe limpiar la superficie que vamos a pintar. Un acabado de calidad depende, en gran medida, de la limpieza previa. Las partículas diminutas de suciedad que no se hayan eliminado correctamente pueden impregnarse en la pintura recién aplicada formando grumos y, cualquier otro residuo que impregne la superficie a pintar puede provocar rechazos en la pintura, que impiden su correcta nivelación. Es por eso que hemos de asegurarnos de eliminar completamente cualquier tipo de residuo que pueda arruinar el acabado de la pintura.

1. Descripción del proceso

Podemos dividir el proceso en tres pasos:

- Paso 1: Limpieza con aire comprimido
- Paso 2: Desengrasado
- Paso 3: Limpieza con paño atrapa polvo

a) Paso 1: Aire comprimido

- Con ayuda de un compresor y una pistola de aire, consiste en rosear con aire comprimido la superficie de todo el vehículo, prestando especial atención en rincones y ranuras donde pueda acumularse polvo y suciedad.
- Se debe rosear las veces que sean necesarias esta operación hasta estar completamente seguros de que se ha eliminado todo residuo sólido del vehículo.

b) Paso 2: Desengrasado

- Para eliminar cualquier residuo que impregne la superficie, tenemos que desengrasar.
- Para ello podemos utilizar waype o trapo limpio (uno para aplicar y otro para secar), pero es importante que se use uno específico que no deje restos diminutos de tela.
- Insistiremos cuanto sea necesario hasta que la superficie esté completamente desengrasada.

Recordar:

CONSEJOS

- Antes de comenzar a limpiar debes asegurarte de que tu ropa esta bien limpia y libre de polvo (sobretudo si has lijado con ella), y de que el lugar donde vas a pintar (si no es una cabina de pintura) también lo está; puede ser útil regar el suelo y las paredes para impedir que se levante polvo.
- Las bayetas que utilices han de estar bien limpias, y han de ser preferiblemente de microfibra (recogen mejor los residuos y no dejan restos).
- Puedes utilizar un pulverizador para dosificar el desengrasante sobre la superficie

NUNCA DEBES HACER

- Proyectar aire comprimido durante la fase de soplado sobre paredes y suelo. Puedes levantar suciedad.
- Utilizar trapos que suelten virutas, como el papel de celulosa o bayetas absorbentes (tipo Villeda). Si usas trapos que no sean de microfibra, primero debes extender el desengrasante con uno y secar con otro.
- Apoyar las manos sobre la superficie desengrasada; podemos dejar restos de sudor y grasa.

Aplicación de pintura

Aplicación de pintura: Paso 2

Llegados a este punto, damos por concluida el primer paso de limpieza, y pasamos al proceso de pintado. Este paso consiste en la aplicación de pintura de acabado, por lo que es la parte más compleja, pero, a su vez, más gratificante. Antes de comenzar, vamos a clarificar algunos conceptos de interés.

1. Identificación de color:

Todos los automóviles incorporan una placa o pegatina donde se especifica el código de color del vehículo en cuestión.

Dependiendo del fabricante del vehículo esta placa se ubica en uno u otro sitio. Además, cada uno de ellos emplea una nomenclatura particular para definir los códigos. Esto no debe preocuparnos, no necesitamos descifrar una especie de mensaje encriptado, tan solo debemos localizar la placa y copiar el código; el proveedor de pintura deberá proporcionar el color extrayendo la fórmula de color en base al código que le has facilitado.

2. Tipos de acabados:

Los colores de carrocería pueden ser de diferente naturaleza según sea el tipo de pigmento que los componen. En términos generales se pueden catalogar de la siguiente manera:

- **Colores sólidos:** son colores llenos, homogéneos, no presentan ninguna partícula que destaque. Los más comunes son el blanco, rojo, negro, amarillo.
- **Colores metalizados:** son colores que incorporan partículas de aluminio en su composición, que les proporcionan una reflexión de la luz especial, con efecto metálico.
- **Colores perlados:** incorporan partículas de mica, a veces nácar, y otras similares de origen sintético, que proporcionan al color reflejos de diferentes tonalidades.
- **Colores metalizados/perlados:** incorporan ambos tipos de pigmentos.

Técnicamente hablando, los acabados se clasifican según el tipo de aplicación que necesita cada color. A saber:

- **Acabado monocapa**

- Se aplica en una sola capa (esmalte acrílico).
- El color y el brillo aparecen simultáneamente.
- Este tipo de acabado solo se ofrece para colores sólidos.

- **Acabado bicapa**

- Se aplica en dos capas.
- La primera capa es el color (capa de base). Su aspecto es mate cuando seca.
- La segunda capa es laca (o barniz). Proporciona protección y brillo al color.
- Este acabado es aplicable a colores metalizados, perlados y sólidos.

- **Acabado tricapa**

- Se aplica en tres capas
- La primera capa es un color de fondo (capa de base). Suele ser sólido
- La segunda capa es un efecto (capa de efecto). Suele ser un color perlado muy transparente.
- La tercera capa es el barniz
- Este acabado se aplica a colores perlados. Es lo más habitual en blancos perlados.

En resumen, la mayoría de los colores se realizan en acabado bicapa.

Solo los colores sólidos pueden realizarse en acabado monocapa, aunque es mejor realizarlos en bicapa por durabilidad y resistencia.

Algunos colores especiales perlados (blanco perlado, por ejemplo) requieren un acabado tricapa.

No debemos preocuparnos en escoger uno u otro tipo de acabado, con el código de color del vehículo, el proveedor de pintura determina qué tipo de acabado necesita cada color.

3. Clasificación de pinturas de acabado

Según sean las características químicas de la pintura, así se será el modo de empleo y las aplicaciones de la misma. En automoción, lo más habitual es lo que sigue:

- **Esmalte monocapa acrílico**

- Es una pintura de brillo directo, por lo que no necesita una segunda capa de laca. Es el tipo de pintura que se usa en acabados monocapa.
- Sólo es aplicable a colores sólidos.
- El modo de preparación es mezclar los diferentes tintes (según fórmula de color) añadiendo catalizador y diluyente (según proporción indicada por el fabricante), para que tenga lugar el secado del producto.
- El método de aplicación viene determinado por la ficha técnica del producto, y suele ser de 2 manos completas con un intervalo de evaporación entre ellas de 5 a 10min.
- La pistola más apropiada para su aplicación es de tecnología híbrida con un pico de fluido de 1'3mm.
- La vida útil de la mezcla es de aproximadamente 1h una vez que se ha mezclado con el catalizador.
- El secado de la pintura tiene lugar en aproximadamente 30min a una temperatura de 60o C (secado forzado en horno). Si se deja secar al aire el tiempo es de al menos 12h.
- La limpieza de la herramienta se realiza con disolvente de limpieza.
- Su principal ventaja reside en la rapidez de aplicación, ya que nos ahorramos la capa de barniz.
- Su principal inconveniente radica en que el pigmento no queda tan protegido de la intemperie como en un acabado bicapa. Es por eso que algunos colores (sobre todo rojo) pierden mucha pigmentación con el paso del tiempo. La gran mayoría de fabricantes de vehículos optan por dar un acabado bicapa a sus colores sólidos por este motivo.

- **Capa de base**

- Es una pintura que proporciona color. Se obtiene como resultado de la mezcla de diferentes tintes (según fórmula de color) y diluyente para ajustar su viscosidad.
- El secado de la pintura tiene lugar por evaporación, por lo que no necesita catalizador.
- Es el tipo de pintura empleada en acabados bicapa (y tricapa).
- Es aplicable a todo tipo de colores, ya sean sólidos, metalizados o perlados.
- Su aspecto al secar es mate. Siempre necesita una segunda capa de laca que proteja el pigmento y proporcione brillo.
- El método de aplicación viene determinado por la ficha técnica del producto, y suele ser de 2 manos completas más un pulverizado de control, con un intervalo de evaporación entre ellas de 10 a 20min.
- La pistola más apropiada para su aplicación es de tecnología HVLP con un pico de fluido de 1'3mm.
- La vida útil de la mezcla depende de las indicaciones del fabricante, pero puede ser de meses si se almacena en un recipiente perfectamente tapado.
- Existen dos tipos de capa de base según sea la naturaleza del diluyente de ajuste de viscosidad y las resinas empleadas en su composición.
 - a) Base disolvente: el diluyente es disolvente acrílico. Son bastante contaminantes por la alta emisión de componentes orgánicos volátiles a la atmósfera (disolventes). Su uso no está permitido en talleres de carrocería en la UE. Se caracteriza por una excelente capacidad de evaporación.
 - b) Base agua: el diluyente es un producto derivado del agua. Son más respetuosas con el medio ambiente. La evaporación es algo más lenta, pero tiene buenas propiedades de cubrición y facilidad de uso. Es el tipo más extendido en la actualidad.
- El secado de la pintura tiene lugar en 10 o 20min, cuando la pintura adquiere el aspecto mate; en este momento ya está lista para recibir la capa de laca.
- La limpieza de la herramienta se realiza con disolvente de limpieza, si la pintura es base disolvente, o con agua (preferiblemente caliente y con algún tipo de detergente específico) si es base agua.

- **Barniz**

- Es una pintura transparente que proporciona protección y brillo al color.
- Es de naturaleza acrílica, por lo que necesita catalizador y diluyente para que reaccione químicamente y se produzca el secado del producto.
- La proporción de mezcla viene determinada por el fabricante del producto.
- Se utiliza como ultima capa en todos los acabados bicapas y tricapas.
- El método de aplicación viene determinado por la ficha técnica del producto, y suele ser de 2 manos completas con un intervalo de evaporación entre ellas de 5 a 10min.
- La pistola más apropiada para su aplicación es de tecnología híbrida con un pico de fluido de 1´3mm.
- La vida útil de la mezcla es de aproximadamente 1h una vez que se ha mezclado con el catalizador.
- El secado de la laca tiene lugar en aproximadamente 30min a una temperatura de 60o C (secado forzado en horno). Si se deja secar al aire el tiempo es de al menos 12h.
- La limpieza de la herramienta se realiza con disolvente de limpieza.

4. Cómo usar el soplete o pistola

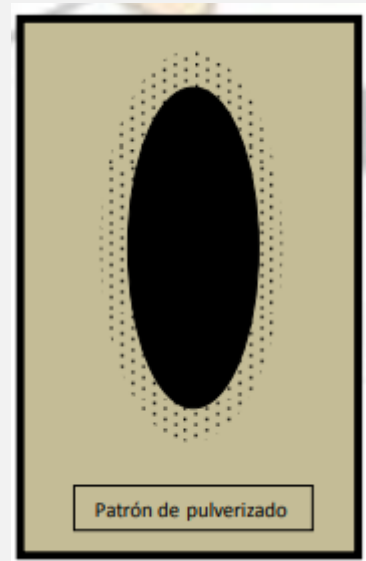
a) Regulación de la pistola

Las pistolas que tomamos como referencia, por ser las más utilizadas, son de gravedad. Esto quiere decir que el depósito de pintura está en la parte de arriba de la pistola, por lo que el producto se introduce en el canal de aplicación por efecto de la gravedad.

Hay tres parámetros que regular en una pistola: longitud del abanico, caudal y presión de entrada.

- **Longitud del abanico:**

Las pistolas atomizan la pintura en forma de abanico cuando salen del cabezal. Este abanico genera una huella de forma elíptica si aplicamos pintura sin desplazar la pistola. Esta huella se le denomina patrón de pulverizado. Pues bien, la regulación de longitud de abanico actúa sobre la altura de este patrón. Lo normal es trabajar con la máxima longitud del mismo, por lo que este regulador debería estar abierto al máximo.



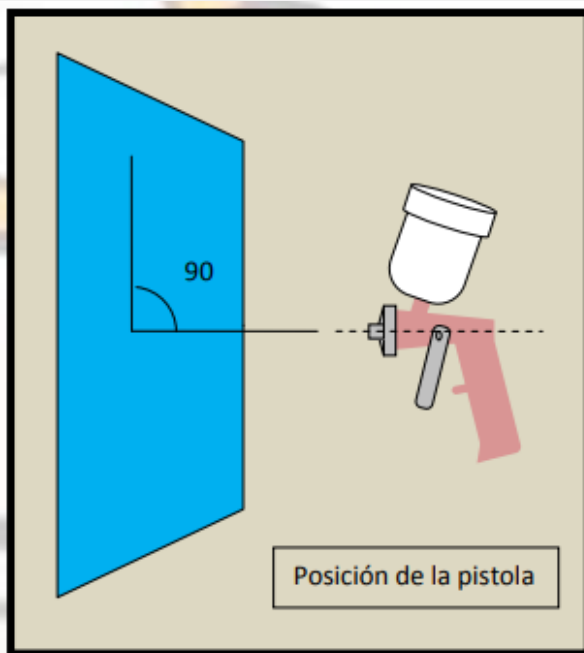
- **Caudal:**

El regulador de caudal actúa sobre la aguja que permite u obstruye el paso de producto a través del pico de fluido. Cuando reducimos caudal, limitamos el recorrido de la aguja hacia atrás, obstaculizando la salida de producto. Cuando aumentamos caudal, el efecto es el inverso, aumentamos el recorrido de la aguja hacia atrás, liberando el paso de producto. La regulación del caudal depende, fundamentalmente, de nuestro ritmo de aplicación, o lo que es lo mismo, la velocidad a la que desplazamos la pistola a lo largo del objeto; a más velocidad, más caudal. A menos velocidad, menos caudal.

- **Presión de entrada:**

La entrada de aire comprimido en la pistola hay que regularla. La presión adecuada viene determinada por el tipo de producto a aplicar. Lo más habitual es aplicar la capa de base (bicapa) entre 1,8 y 2 bar, y el barniz y el esmalte monocapa entre 2 y 2,5 bar.

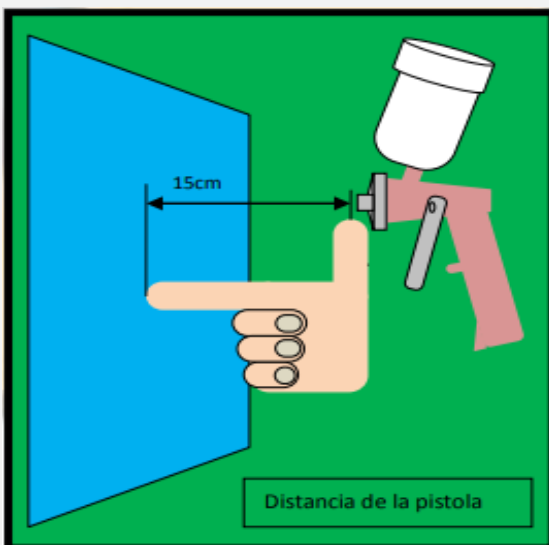
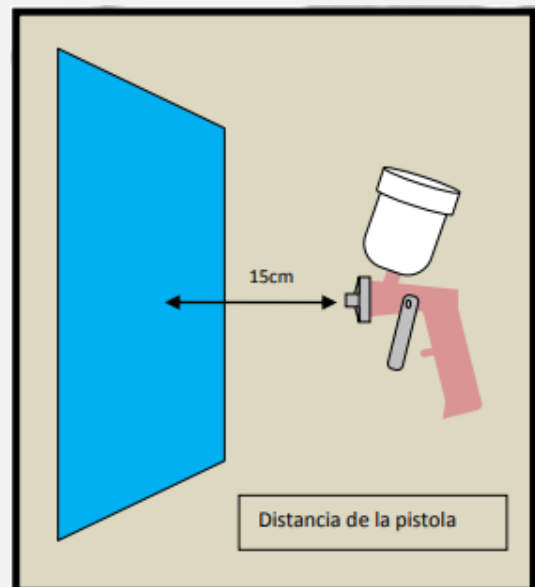
b) Posición de la pistola



Lo primero de todo es coger bien la pistola. Lo correcto es agarrarla firmemente por la empuñadura con nuestra mano hábil, y colocar los dedos índice y corazón sobre el gatillo. Después, aproximamos la pistola a la pieza que vamos a pintar, y la colocamos de manera que el eje longitudinal del cabezal de pulverización de la pistola quede completamente perpendicular al objeto a pintar.

c) Distancia de aplicación

La pistola ha de mantenerse a una distancia constante del objeto durante todo su desplazamiento. Esta distancia ha de ser de aproximadamente 15cm del objeto a pintar.



Existe un método de comprobar la distancia de aplicación rápido y efectivo; en una de nuestras manos, extendemos el dedo índice y pulgar formando un ángulo de 90 grados entre ellos. Si colocamos la punta del dedo índice sobre el objeto, y apoyamos el cabezal de la pistola sobre la punta del dedo pulgar, obtendremos la distancia correcta.

d) Movimiento de la pistola

La pistola debe estar siempre en movimiento mientras está proyectando pintura. Si se queda quieta provocará una sobrecarga.

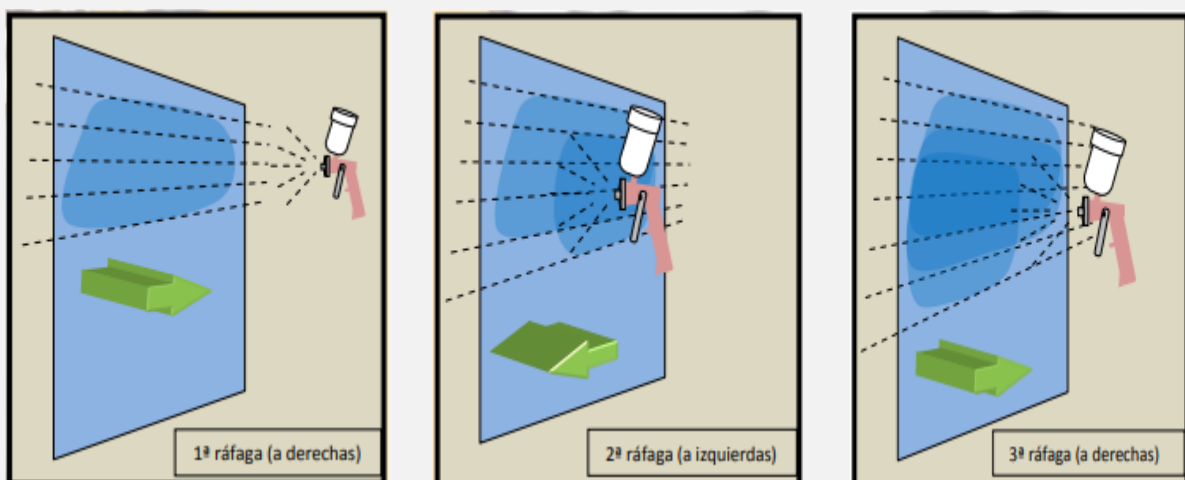
La pistola ha de trazar ráfagas, paralelas entre sí, en ambos sentidos (de derecha a izquierda, y de izquierda a derecha), empezando por la parte superior del objeto y terminando en la inferior (también es posible hacerlo a la inversa; de abajo a arriba).

La longitud de la ráfaga ha de ser la justa para que no tengamos que desplazar los pies, lo que nos restaría precisión. Podemos tomar como referencia el tamaño de una pieza más una cuarta, por ejemplo.

5. Solapado de las ráfagas

Con el fin de repartir uniformemente la cantidad de pintura en toda la pieza, tenemos que solapar las ráfagas. Esto significa que cada ráfaga tiene que montarse parcialmente en la anterior.

Podemos aplicar una regla sencilla que garantiza el solapado correcto; el ancho de la ráfaga (que es igual a la longitud del abanico) lo dividiremos (mentalmente) en cuatro partes. La siguiente ráfaga (en sentido contrario) ha de cubrir nuevamente tres de esas cuatro partes, y así con todas las ráfagas que necesitemos hasta terminar la pieza.



6. Aplicación del color

El método de aplicación del color depende del tipo de pintura que utilizemos y del tipo de color:

- Si se trata de esmalte monocapa (recordemos; solo para colores sólidos), lo aplicaremos en dos manos, dejando un intervalo de evaporación entre ellas de 5 a 10 min. La primera de las manos conviene que no sea muy húmeda, con el fin de que no se dilate excesivamente el tiempo de evaporación. La segunda mano se aplica más mojada, pero cuidando no sobrecargar la superficie, pues pueden provocarse descolgadas de pintura. El punto justo de carga de material tiene lugar cuando se obtiene una superficie brillante y una textura de la pintura con una estructura fina, casi lisa.
- - Diámetro de pico de fluido: 1´3 mm
 - Tecnología pistola: gravedad, híbrida
 - Presión de aplicación: de 2 a 2´5 bar
 - Regulación caudal: dependiendo de la velocidad de desplazamiento de la pistola
 - Longitud de abanico: máxima
- Si se trata de capa de base bicapa, se aplicará dependiendo del tipo de color:
 - Si es un color sólido, se aplicará a dos manos completas, dejando evaporar hasta mate entre ellas.
 - Si es un color metalizado o perlado, se aplicará a dos manos completas, dejando evaporar hasta mate entre ellas, más una mano muy fina (pulverizado de control), con la pistola más alejada del objeto (aproximadamente a 30cm) y con menor caudal de pintura. Esta última mano estabiliza el color, dejándolo homogéneo y uniforme (sin nubes o ráfagas).
 - Diámetro pico de fluido: 1´3 mm
 - Tecnología pistola: gravedad, HVLP
 - Presión de aplicación: de 1´8 a 2 bar
 - Regulación caudal: dependiendo de la velocidad de desplazamiento de la pistola
 - Longitud de abanico: máxima







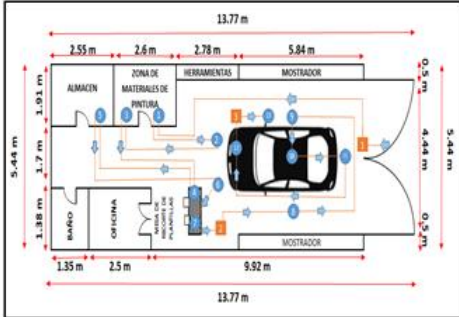
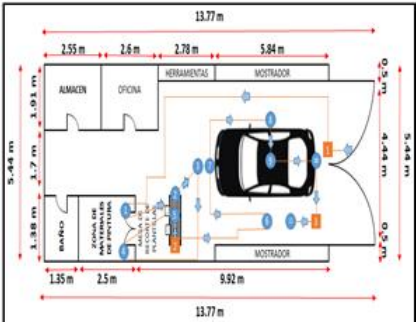
Anexo 54: Cuadros de comparaciones del antes y después

	PRE-TEST	POST-TEST	%Δ	%▽
EFICIENCIA	53%	60%	13%	
EFICACIA	80%	96%	20%	
PRODUCTIVIDAD	47%	57%	21%	
TIEMPO OBSERVADO	109 min	88.48 min		19%
TIEMPO NORMAL	96.68 min	81.25 min		16%
TIEMPO ESTÁNDAR	110.19 min	92.49 min		16%
N° DE OPERACIONES	15	15		
N° DE ACTIVIDADES	77	52		32%
ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR	56%	71%	27%	
ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	44%	29%		34%
COSTOS UNITARIOS	S/ 208.44	S/ 148.72		29%
VAR		S/ 969.17		
TIR		24.53%		

Fuente: Elaboración Propia

			TIEMPO ESTÁNDAR (min)				% EQUIVALENTE AL PROCESO
N°	OPERACIONES	TIPO DE OPERACIÓN	PRE- TEST	POST-TEST	%Δ	%▽	
1	Inspeccionar vehículo	Inspección	0.40	0.35		11%	0.36%
2	Limpiar superficie de vehículo	Manual	1.32	1.14		14%	27%
3	Recortar plantillas	Manual	2.11	1.88		11%	
5	Amar plantillas sobre auto	Manual	7.91	7.57		4%	
7	Mezclar pintura y thinner	Manual	6.75	6.35		6%	
15	Limpiar vehículo	Manual	11.82	9.22		22%	
4	Verificar cantidad y corte	Verificación	1.31	1.22		7%	5%
6	Verificar armado	Verificación	1.34	1.17		12%	
8	Verificar homogeneidad	Verificación	1.13	0.92		19%	
14	Verificar imperfecciones	Verificación	2.19	1.73		21%	
9	Pintado lateral izquierdo	Manual-equipo	15.15	12.54		17%	67%
10	Pintado lateral derecho	Manual-equipo	15.15	12.81		15%	
11	Pintado superior	Manual-equipo	14.58	12.54		14%	
12	Pintado frontal	Manual-equipo	14.41	11.72		19%	
13	Pintado posterior	Manual-equipo	14.63	11.31		23%	
			110.19	92.49			100.00%

Fuente: Elaboración Propia

	ANTES	DESPUES
Zona de materiales de pintura		
Almacén		
Oficina		
Diagrama de recorrido		

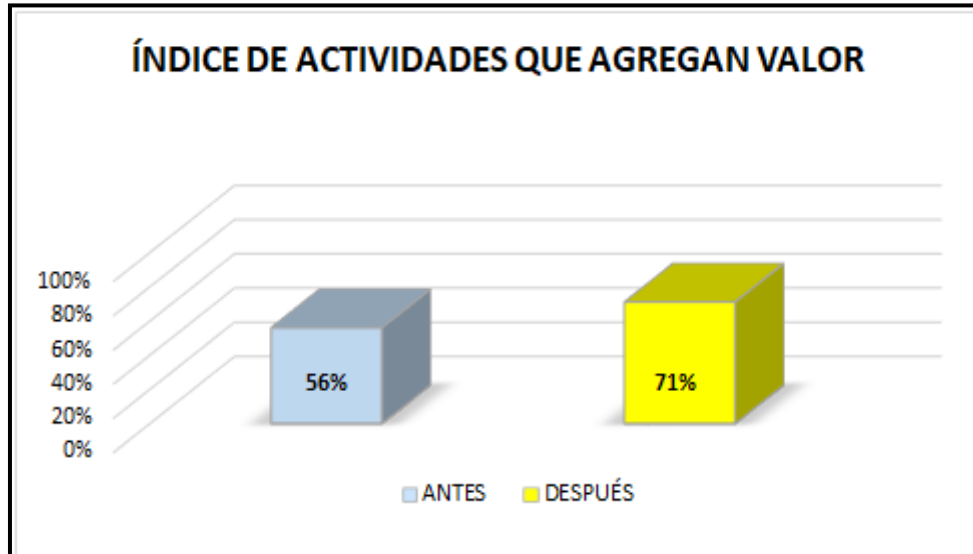
Fuente: Elaboración propia

Anexo 55: Índice de actividades que agregan valor

Antes	$IA = \frac{(\sum \text{Todas las actividades} - \sum \text{Actividades que no agregan valor})}{\sum \text{Todas las actividades}} = \frac{(77 - 34)}{77} = 0.56 \times 100 = 56\%$
Despues	$IA = \frac{(\sum \text{Todas las actividades} - \sum \text{Actividades que no agregan valor})}{\sum \text{Todas las actividades}} = \frac{(52 - 15)}{52} = 0.71 \times 100 = 71\%$

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 56: Actividades que agregan valor



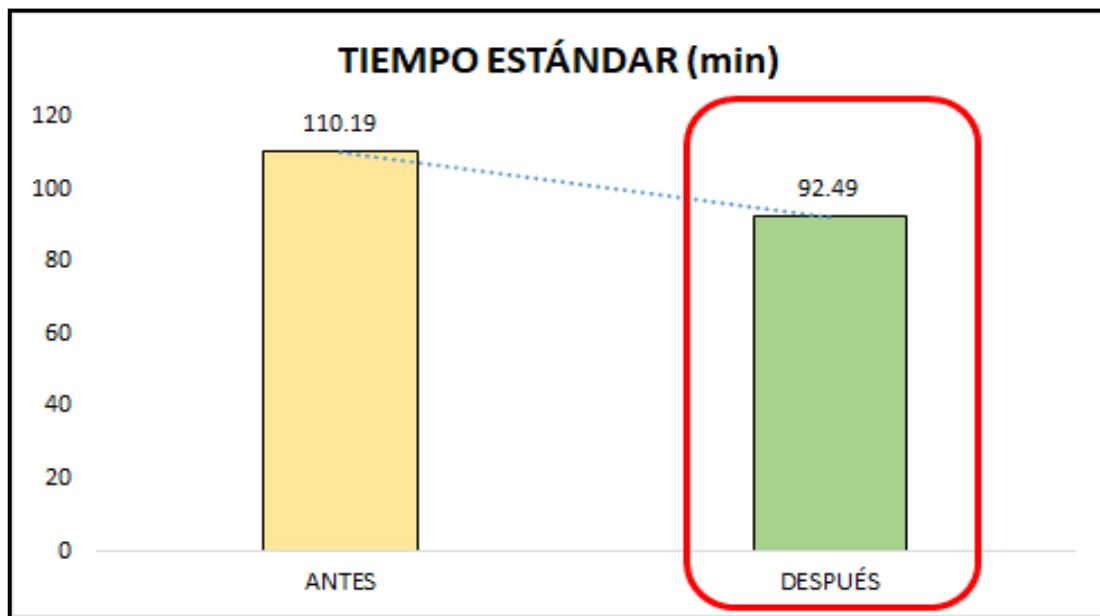
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 57: Tiempo Estándar antes y después

	ANTES	DESPUÉS
TIEMPO ESTÁNDAR (min)	110.19	92.49

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 58: Resumen del tiempo estándar antes y después



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 59: Estadística descriptiva de la productividad

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PRODUCTIVIDAD_PRE	25	,17	,67	,4700	,25000
PRODUCTIVIDAD_POST	25	,33	1,00	,5740	,17450
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 60: Estadístico descriptivos de la productividad

			Estadístico	Desv. Error
PRODUCTIVIDAD_PRE	Media		,4700	,05000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3668	
		Límite superior	,5732	
	Media recortada al 5%		,4756	
	Mediana		,6700	
	Varianza		,063	
	Desv. Desviación		,25000	
	Mínimo		,17	
	Máximo		,67	
	Rango		,50	
	Rango intercuartil		,50	
	Asimetría		-,435	,464
	Curtosis		-1,976	,902
PRODUCTIVIDAD_POST	Media		,5740	,03490
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5020	
		Límite superior	,6460	
	Media recortada al 5%		,5676	
	Mediana		,6700	
	Varianza		,030	
	Desv. Desviación		,17450	
	Mínimo		,33	
	Máximo		1,00	
	Rango		,67	
	Rango intercuartil		,29	
	Asimetría		-,032	,464
	Curtosis		-,157	,902

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 61: Frecuencia Productividad – Pre-test

PRODUCTIVIDAD_PRE					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,17	10	40,0	40,0	40,0
	,67	15	60,0	60,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

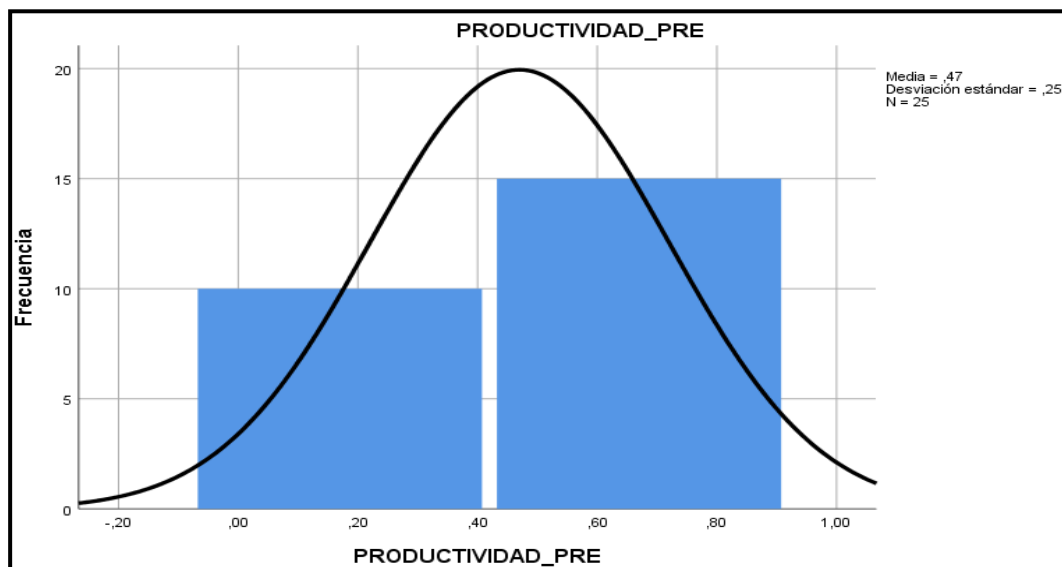
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 62: Frecuencia Productividad – Post-test

PRODUCTIVIDAD_POST					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,33	6	24,0	24,0	24,0
	,44	3	12,0	12,0	36,0
	,67	15	60,0	60,0	96,0
	1,00	1	4,0	4,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

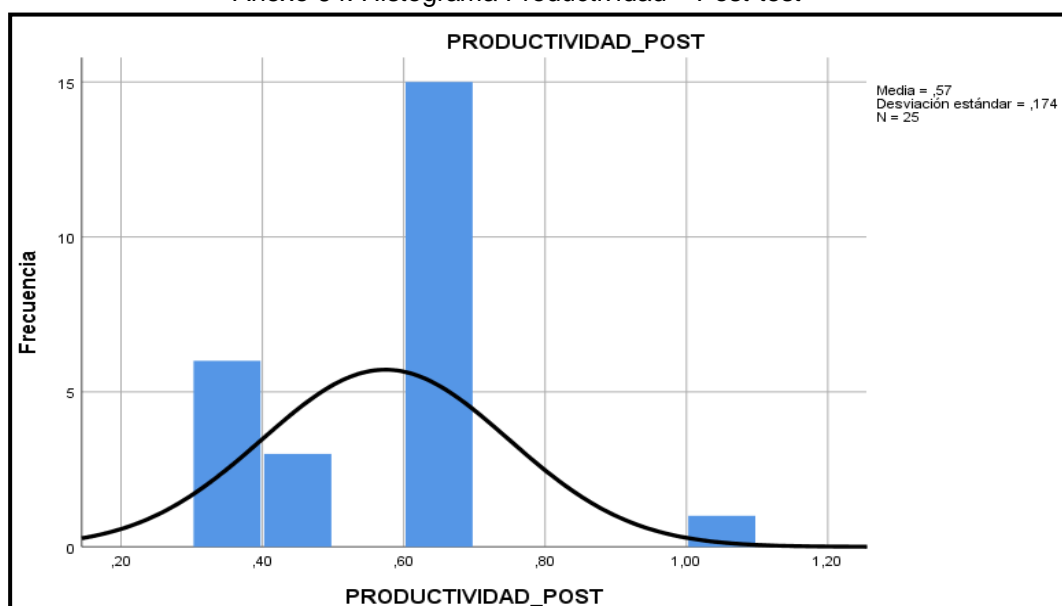
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 63: Histograma Productividad – Pre-test



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 64: Histograma Productividad – Post-test



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 65: Estadística descriptiva eficiencia

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
EFICIENCIA_PRE	25	,33	,67	,5340	,17000
EFICIENCIA_POST	25	,33	1,00	,6016	,16901
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 66: Estadística descriptiva eficiencia

			Estadístico	Desv. Error
EFICIENCIA_PRE	Media		,5340	,03400
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,4638	
		Límite superior	,6042	
	Media recortada al 5%		,5378	
	Mediana		,6700	
	Varianza		,029	
	Desv. Desviación		,17000	
	Mínimo		,33	
	Máximo		,67	
	Rango		,34	
	Rango intercuartil		,34	
	Asimetría		-,435	,464
	Curtosis		-1,976	,902
EFICIENCIA_POST	Media		,6016	,03380
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5318	
		Límite superior	,6714	
	Media recortada al 5%		,5982	
	Mediana		,6700	
	Varianza		,029	
	Desv. Desviación		,16901	
	Mínimo		,33	
	Máximo		1,00	
	Rango		,67	
	Rango intercuartil		,17	
	Asimetría		-,480	,464
	Curtosis		,405	,902

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 67: Frecuencia Eficiencia – Pre-test

EFICIENCIA_PRE					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,33	10	40,0	40,0	40,0
	,67	15	60,0	60,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

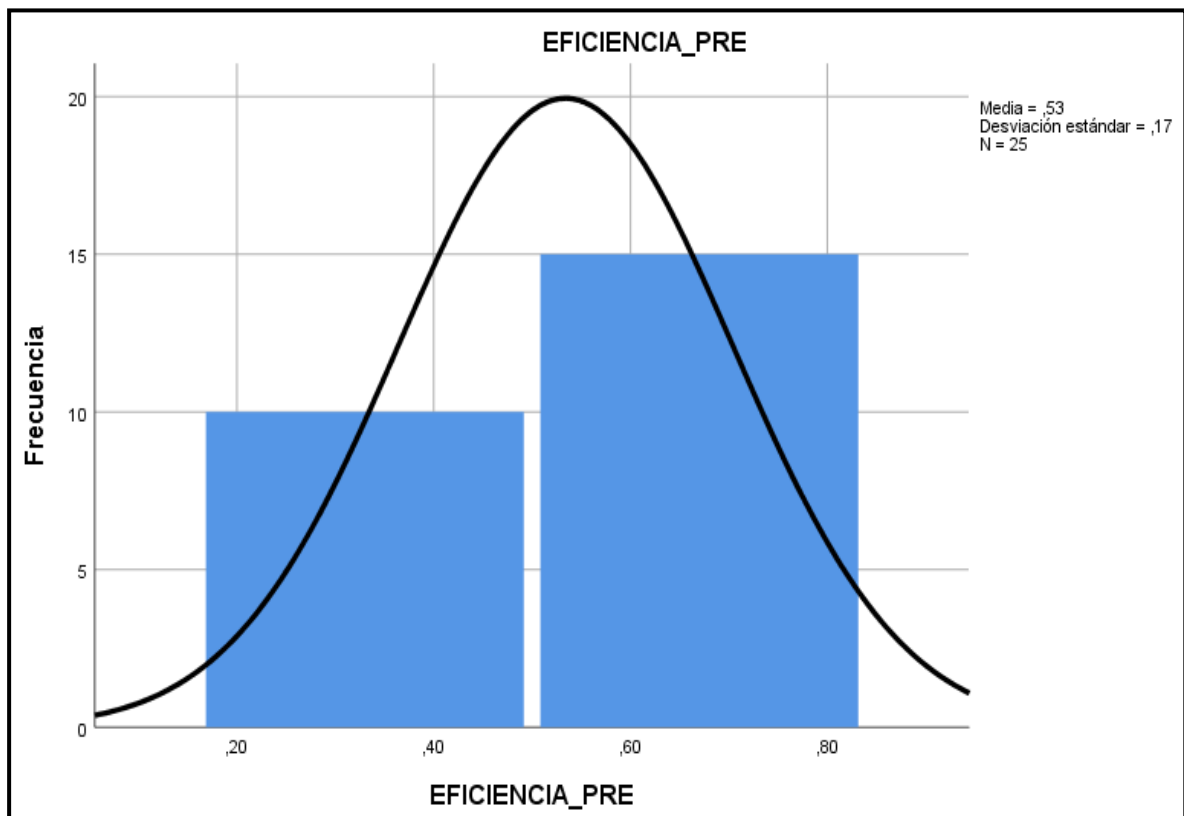
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 68: Frecuencia Eficiencia – Post-test

EFICIENCIA_POST					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,33	6	24,0	24,0	24,0
	,67	18	72,0	72,0	96,0
	1,00	1	4,0	4,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

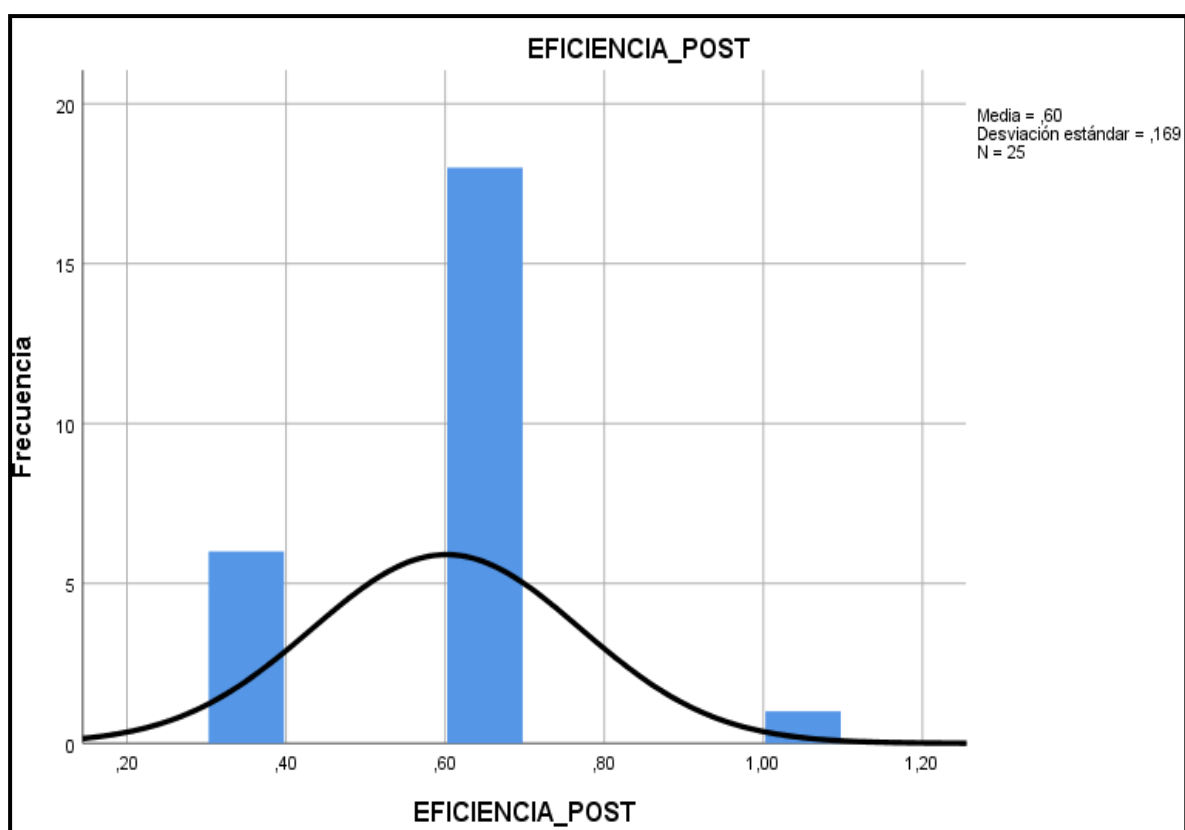
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 69: Histograma eficiencia – Pre-test



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 70: Histograma eficiencia – Post-test



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 71: Estadística descriptiva eficacia

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
EFICACIA_PRE	25	,50	1,00	,8000	,25000
EFICACIA_POST	25	,67	1,00	,9604	,10945
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 72: Estadística descriptiva eficacia

			Estadístico	Desv. Error
EFICACIA_PRE	Media		,8000	,05000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6968	
		Límite superior	,9032	
	Media recortada al 5%		,8056	
	Mediana		1,0000	
	Varianza		,063	
	Desv. Desviación		,25000	
	Mínimo		,50	
	Máximo		1,00	
	Rango		,50	
	Rango intercuartil		,50	
	Asimetría		-,435	,464
	Curtosis		-1,976	,902
EFICACIA_POST	Media		,9604	,02189
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9152	
		Límite superior	1,0056	
	Media recortada al 5%		,9743	
	Mediana		1,0000	
	Varianza		,012	
	Desv. Desviación		,10945	
	Mínimo		,67	
	Máximo		1,00	
	Rango		,33	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		-2,491	,464
	Curtosis		4,563	,902

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 73: Frecuencia eficacia – Pre-test

EFICACIA_PRE					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,50	10	40,0	40,0	40,0
	1,00	15	60,0	60,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

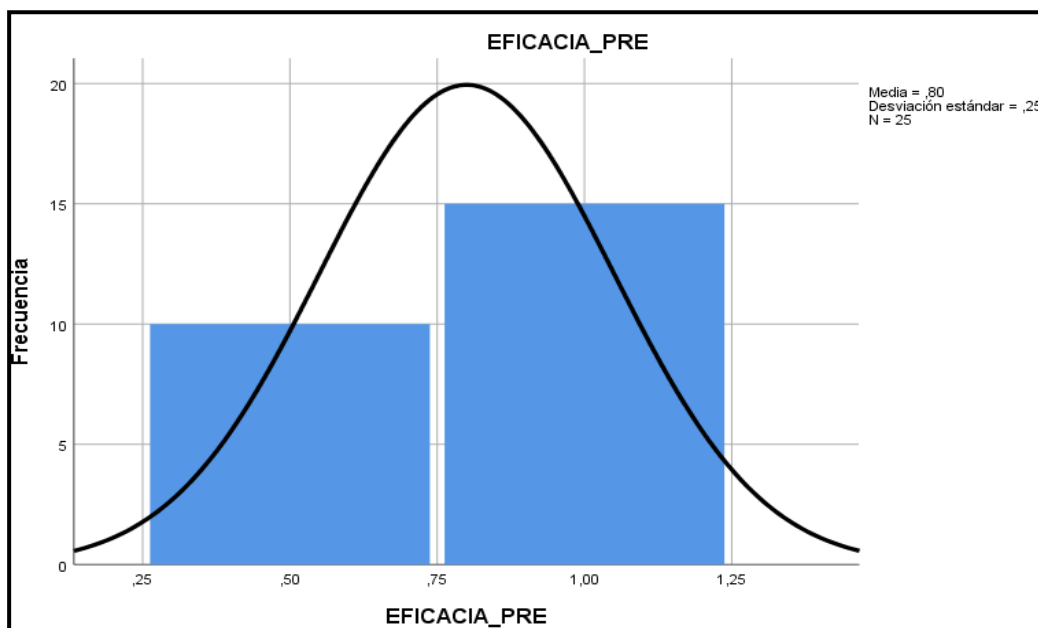
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 74: Frecuencia eficacia – Post-test

EFICACIA_POST					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,67	3	12,0	12,0	12,0
	1,00	22	88,0	88,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

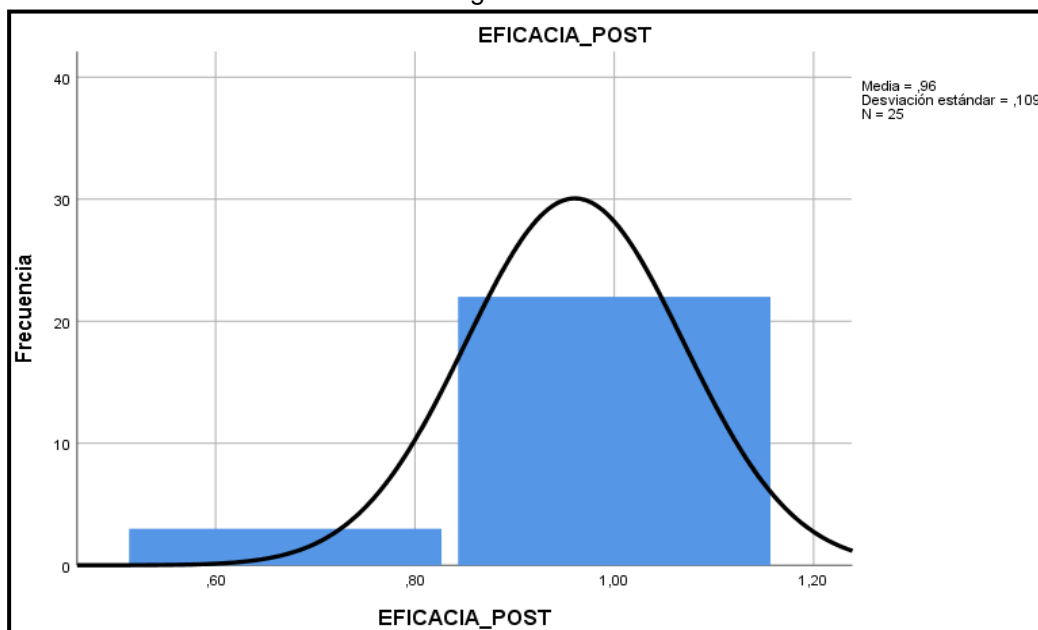
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 75: Histograma eficacia – Pre-test



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 76: Histograma eficacia – Post-test



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 77: Prueba de normalidad – Productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_PRE	,625	25	,000
PRODUCTIVIDAD_POST	,767	25	,000

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 78: Estadísticos descriptivos – Productividad

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PRODUCTIVIDAD_PRE	25	,17	,67	,4700	,25000
PRODUCTIVIDAD_POST	25	,33	1,00	,5740	,17450
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 79: Estadísticos de prueba Wilcoxon – Productividad

Estadísticos de prueba ^a	
	PRODUCTIVIDAD_POST - PRODUCTIVIDAD_PRE
Z	-2,547 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,011
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 80: Prueba de normalidad – Eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_PRE	,625	25	,000
EFICIENCIA_POST	,666	25	,000

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 81: Estadísticos descriptivos – Eficiencia

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
EFICIENCIA_PRE	25	,33	,67	,5340	,17000
EFICIENCIA_POST	25	,33	1,00	,6016	,16901
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 82: Estadísticos de prueba Wilcoxon – Eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
	EFICIENCIA_POST - EFICIENCIA_PRE
Z	-2,121 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,034
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 83: Prueba de normalidad – Eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_PRE	,625	25	,000
EFICACIA_POST	,384	25	,000

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 84: Estadísticos descriptivos – Eficacia

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
EFICACIA_PRE	25	,50	1,00	,8000	,25000
EFICACIA_POST	25	,67	1,00	,9604	,10945
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 85: Estadísticos de prueba Wilcoxon – Eficacia

Estadísticos de prueba^a	
	EFICACIA_PO ST - EFICACIA_PR E
Z	-2,787 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,005
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 86: Ficha técnica Cronómetro Q&Q

CAL. HS43 HS46 HS48

INSTRUCTION MANUAL NOTICE D'INSTRUCTIONS MANUAL DE INSTRUCCIONES GEBRAUCHSANLEITUNG

CITIZEN WATCH CO., LTD.

Q&Q SALES DEPARTMENT

6-1-12, Tanashi-cho, Nishi-Tokyo-shi, Tokyo 199-8511, Japan

Tel: +81-42-455-4525 Q&Q overseas@citizen.co.jp

SPECIFICATIONS

- **DISPLAY**
 - TIME Hour/Min/Sec. AM/PM, 12H/24H
 - CALENDAR Month/Date/Day
 - ALARM Hour/Min. (AM/PM)
 - STOPWATCH Min., Sec., 1/100 Sec. (up to 30 min)
- **BATT. LIFE** About 10 years (CR2032 x 1)
Ⓢ The power cell is a monitor power cell that has been factory-installed. For this reason it may wear out before the 10 years from the time of purchase are up.

SPÉCIFICATIONS

- **AFFICHAGE**
 - TEMPS Heures/Minutes/Secondes, AM/PM, 12H/24H
 - CALENDRIER Mois/Date/Jour
 - ALARME Heures/Minutes (AM/PM)
 - CHRONOMETRE Minutes/Secondes/100èmes de secondes (jusqu'à 30 minutes)
- **DURÉE DE VIE DE LA PILE** Approx. 10 ans (CR2032 x 1)
Ⓢ La pile de type alimentation de contrôle est montée en usine. De ce fait, elle risque de s'user avant sa durée de vie nominale de 10 ans.

ESPECIFICACIONES

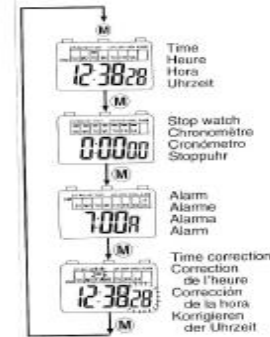
- **VISUALIZADOR**
 - HORA Hora/Min./Seg., AM/PM, 12H/24H
 - CALENDARIO Mes/Día/Día de la semana
 - ALARMA Hora/Min. (AM/PM)
 - CRONOMETRO Min., Seg., 1/100 Seg. (hasta 30 min.)
- **DURACION DE LA PILA** Unos 10 años (CR2032 x 1)
Ⓢ La pila instalada se ha utilizado para comprobación. Por este motivo es posible que se agote antes de 10 años del momento de adquisición del reloj.

TECHNISCHE DATEN

- **DISPLAY**
 - UHRZEIT Stunden/Minuten/ Sekunden, AM/PM, 12/24 Stunden
 - DATUM Monat/Tag/Jahr
 - ALARM Stunden/Minuten (AM/PM)
 - STOPPUHR Minuten, Sekunden, Hundertstel Sekunden (bis zu 30 Min.)
- **BATTERIELEBENSDAUER** ca. 10 Jahre (CR2032 x 1)
Ⓢ Werkseitig wurde eine Batterie zu Protokollen eingelegt, die möglicherweise schon früher als 10 Jahre nach dem Kauf erschöpft ist.

SELECTION OF DISPLAY SELECTION DE L'AFFICHAGE SELECCIÓN DE VISUALIZACIÓN WAHL DER ANZEIGE

- 1) SELECTION OF DISPLAY
- 1) SELECTION DE L'AFFICHAGE
- 1) SELECCIÓN DE VISUALIZACIÓN
- 1) WAHL DER ANZEIGE



The watch changes modes in the sequence shown above whenever the M button is pressed.

La montre change de mode dans la séquence ci-dessus à chaque pression de la touche M.

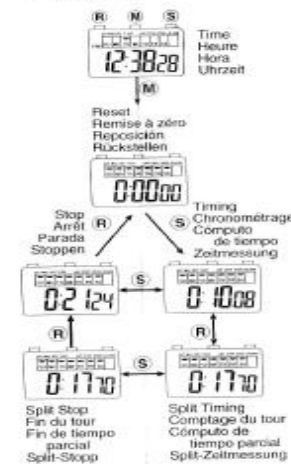
El reloj cambia de modos en la secuencia anterior, cada vez que presione el botón M.

Bei jedem Drücken von Taste M wird wie weiter unten gezeigt zyklisch zwischen den verschiedenen Betriebsarten weitergeschaltet.

- 2) CALENDAR DISPLAY
- 2) AFFICHAGE DU CALENDRIER
- 2) VISUALIZACIÓN DEL CALENDARIO
- 2) KALENDER-ANZEIGE

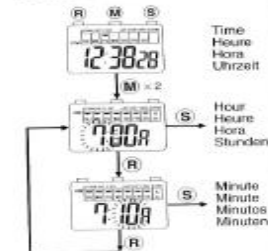


1 STOPWATCH CHRONOMETRE CRONOMETRO STOPPUHR



2 ALARM SETTING REGLAGE DE L'ALARME AJUSTE DE LA ALARMA EINSTELLUNG DES ALARMS

- 1) ALARM SETTING
- 1) REGLAGE DE L'ALARME
- 1) AJUSTE DE LA ALARMA
- 1) EINSTELLUNG DES ALARMS



Pressing the R button stops the alarm. The alarm can also be stopped by pressing the S button. In this case, the alarm will resume after 5 minutes.

La pression de la touche R arrête l'alarme. L'alarme peut également être arrêtée en pressant la touche S. Dans ce cas, l'alarme reprendra au bout de 5 minutes.

Presione el botón R para parar la alarma. La alarma también se para presionando el botón S. En este caso la alarma continuará después de 5 minutos.

Zum Stoppen des Alarms drücken Sie Taste R. Mit Taste S wird der Alarm 5 Minuten lang gestoppt, und anschließend fortgesetzt.

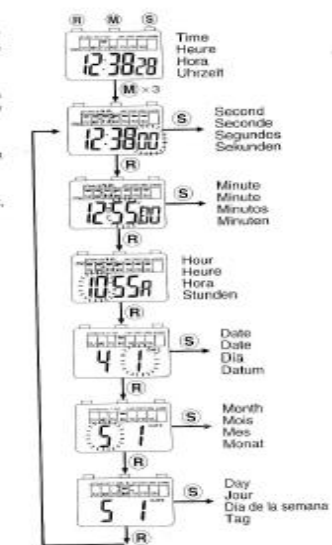
- 2) ALARM ON/OFF
- 2) ALARME ON/OFF
- 2) ALARMA ON/OFF
- 2) ALARM ON/OFF



3 CHIME CARRILLON GLOCKENTON



4 HOW TO SET TIME AND CALENDAR REGLAGE DE L'HEURE ET DU CALENDRIER AJUSTE DE LA HORA Y EL CALENDARIO EINSTELLUNG VON UHRZEIT UND DATUM





LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PM - 891 - 2019

O.T. : 1352-ANC

Fecha de emisión : 2019-09-23

Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : ADAN CAR E.I.R.L.
DIRECCIÓN : AV. EDUARDO DE HABICH NRO. 636 INT. A URB. INGENIERIA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : CRONOMETRO
MARCA : Q&Q
MODELO : HS48
N° DE SERIE : NO INDICA
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
ALCANCE DE ESCALA : 9h 59 min 59 s
DIVISIÓN DE ESCALA : 1 s
UBICACIÓN : pintado de vehículos ligeros A1

3. **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**
La calibración se realizó el día 22 de Setiembre 2019 en las instalaciones de LABORATORIO DE PESAS & MEDIDAS S.A.C.

4. **MÉTODO.**
La calibración se realizó mediante comparación directa con un cronómetro patrón, aplicando el Procedimiento PIC-TC-12 "Procedimiento de Calibración de Cronómetros Digitales". De Laboratorio De Pesas & Medidas S.A.C.

5. **PATRÓN DE MEDICIÓN.**
Se usó patrones trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI); calibrados por el DM-INACAL.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO Y/O INFORME	ENTIDAD
CRONÓMETRO	9h 59 min 59,999 s	0,001 s	0,0012%	LTF - C - 127 - 2019	DM-INACAL

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,4° C	20,1° C
HUMEDAD RELATIVA	65,5%	65,1%

7. **OBSERVACIONES.**
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95 %.
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Renato Paredes Misari
Gerencia Técnica

Laboratorio: Av. 13 de Enero Mz. F4 Lt. 1 Inca Manco Capac, San Juan de Lurigancho
Oficina Principal: Calle Luis Agurto 247 Urb. Cipreses - Cercado de Lima
(01) 270 7272 | 920 296 543 | 920 296 553 | 987 916 040 | 987 917 952 | informes@laboratoriopym.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PM - 891 - 2020

O.T. : 1335-ANF

Fecha de emisión : 2020-08-26

Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : **ADAN CAR E.I.R.L.**
DIRECCIÓN : **AV. EDUARDO DE HABICH NRO. 636 INT. A URB. INGENIERIA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES**

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **CRONOMETRO**
MARCA : **Q&Q**
MODELO : **HS48**
N° DE SERIE : **NO INDICA**
PROCEDECENCIA : **CHINA**
IDENTIFICACIÓN : **NO INDICA**
ALCANCE DE ESCALA : **9h 59 min 59 s**
DIVISIÓN DE ESCALA : **1 s**
UBICACIÓN : **pintado de vehículos ligeros A1**

3. **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**
La calibración se realizó el día 25 de agosto del 2020 en las instalaciones de LABORATORIO DE PESAS & MEDIDAS S.A.C.

4. **MÉTODO.**
La calibración se realizó mediante comparación directa con un cronómetro patrón, aplicando el Procedimiento PIC-TC-12 "Procedimiento de Calibración de Cronómetros Digitales". De Laboratorio De Pesas & Medidas S.A.C.

5. **PATRÓN DE MEDICIÓN.**
Se usó patrones trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI); calibrados por el DM-INACAL.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO Y/O INFORME	ENTIDAD
CRONÓMETRO	9h 59 min 59,999 s	0,001 s	0,0012%	LTF - C - 127 - 2019	DM-INACAL

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,4° C	20,1° C
HUMEDAD RELATIVA	65,5%	65,1%

7. **OBSERVACIONES.**
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95 %.
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Renato Paredes Misari
Gerencia Técnica

Laboratorio: Av. 13 de Enero Mz. F4 Lt. 1 Inca Manco Capac, San Juan de Lurigancho
Oficina Principal: Calle Luis Agurto 247 Urb. Cipreses - Cercado de Lima
(01) 270 7272 | 920 296 543 | 920 296 553 | 987 916 040 | 987 917 952 | informes@laboratoriopym.com

MANUAL DE OPERACIONES PARA DE PINTADO DE VEHICULOS



Limpieza previa al pintado

Paso 1: Aplicación de pintura de acabado

1. Descripción del proceso
 - a) Paso 1: Limpieza con aire comprimido
 - b) Paso 2: Desengrasado

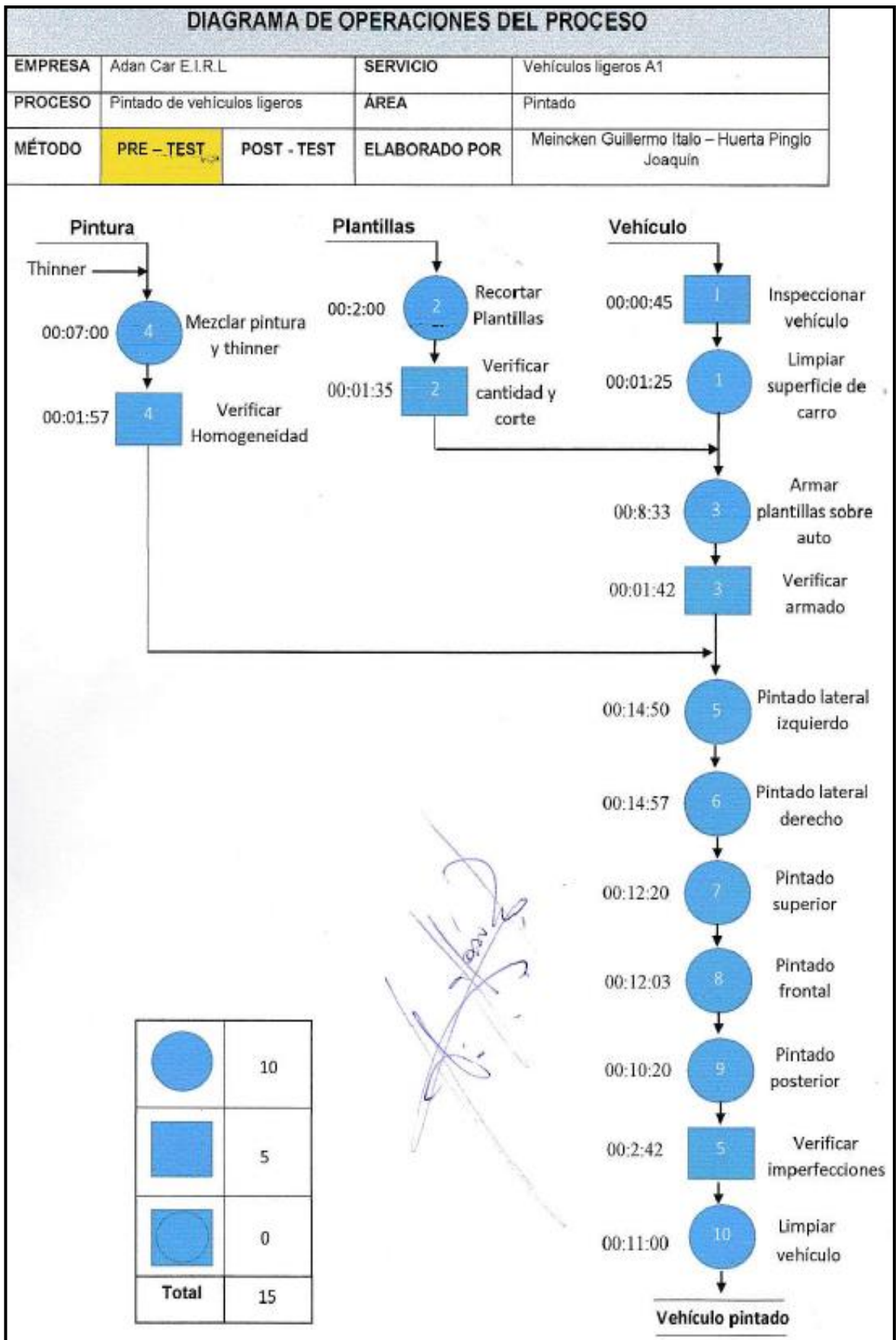
Aplicación de pintura

Paso 2: Aplicación de pintura

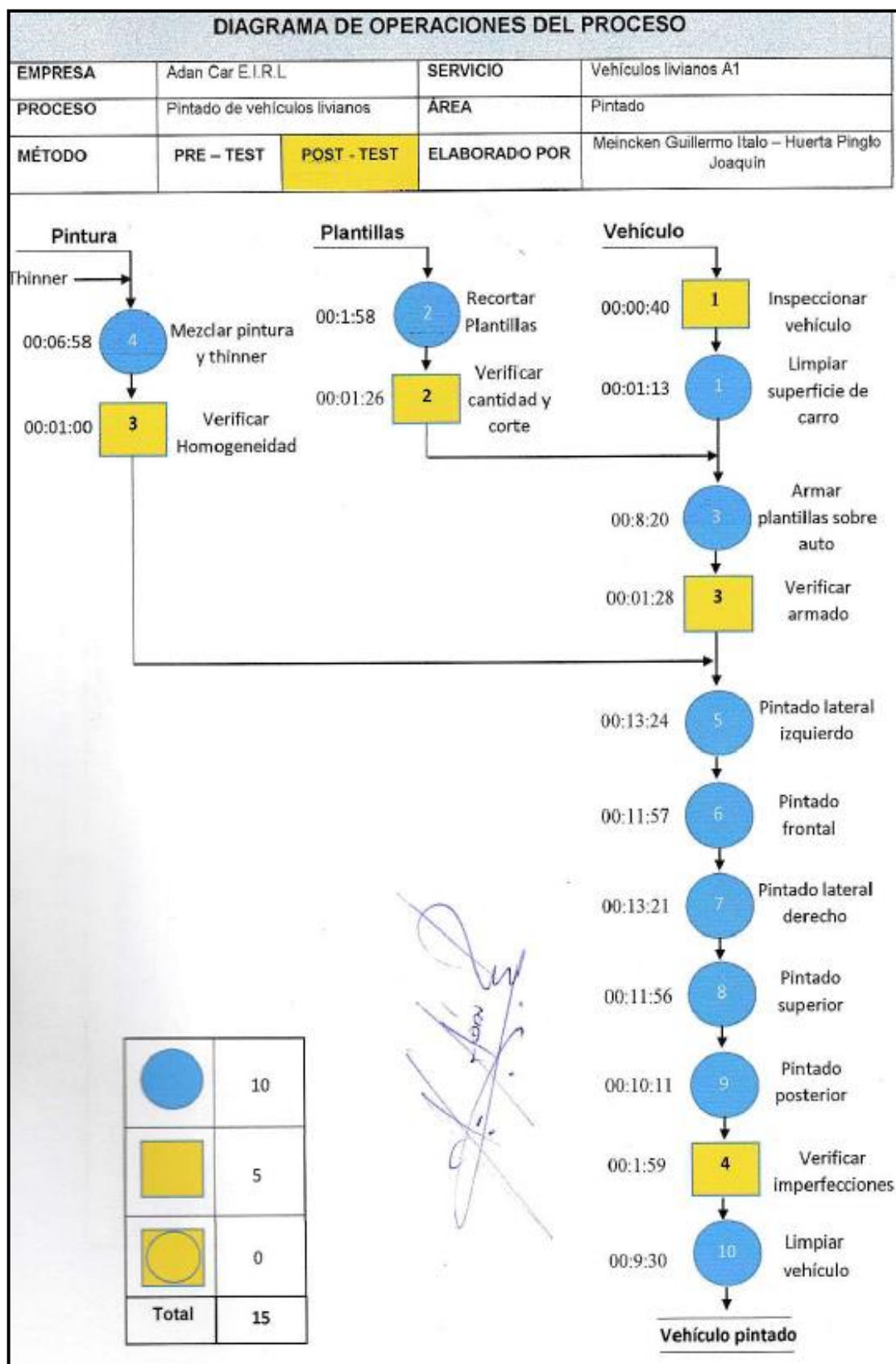
1. Identificación de color
2. Tipos de acabados
3. Clasificación de pinturas de acabados
4. Cómo usar el soplete o pistola
 - a) Regulación de la pistola
 - b) Posición de la pistola
 - c) Distancia de aplicación
 - d) Movimiento de la pistola
5. Solapado de las ráfagas
6. Aplicación del color

A handwritten signature in blue ink, likely of the workshop head, is located in the bottom right corner of the page.

Anexo 90: Aprobación del DOP (pre-test) por el jefe de taller




Anexo 91: Aprobación del DOP (post-test) por el jefe de taller



Anexo 92: Aprobación del plan de capacitación (agosto 2020) por el jefe de taller

PLAN DE CAPACITACIONES										
EMPRESA:	ADAN CAR E.I.R.L			EXPOSITORES:		MEINCKEN GUILLERMO ITALO - JOAQUÍN HUERTA PINGLO				
ACTIVIDADES A DESARROLLAR	AGOSTO									
	1/08/2020	3/08/2020	8/08/2020	10/08/2020	15/08/2020	17/08/2020	22/08/2020	24/08/2020	29/08/2020	31/08/2020
EXPOSICIÓN SOBRE SITUACIÓN DE LA EMPRESA (DOP y DAP)										
INDUCCIÓN SOBRE HERRAMIENTA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO										
INDUCCIÓN SOBRE LIMPIEZA										
INDUCCIÓN SOBRE APLICACIÓN DE PINTURA										
1. IDENTIFICACIÓN DE COLOR										
2. TIPOS DE ACABADOS										
3. CLASIFICACIÓN DE PINTURAS DE ACABADO										
4. CÓMO USAR EL SOPLETE O PISTOLA										
5. SOLAPADO DE LAS RÁFAGAS										
6. APLICACIÓN DEL COLOR										
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS										
EVALUACIÓN PRÁCTICA-FINAL										

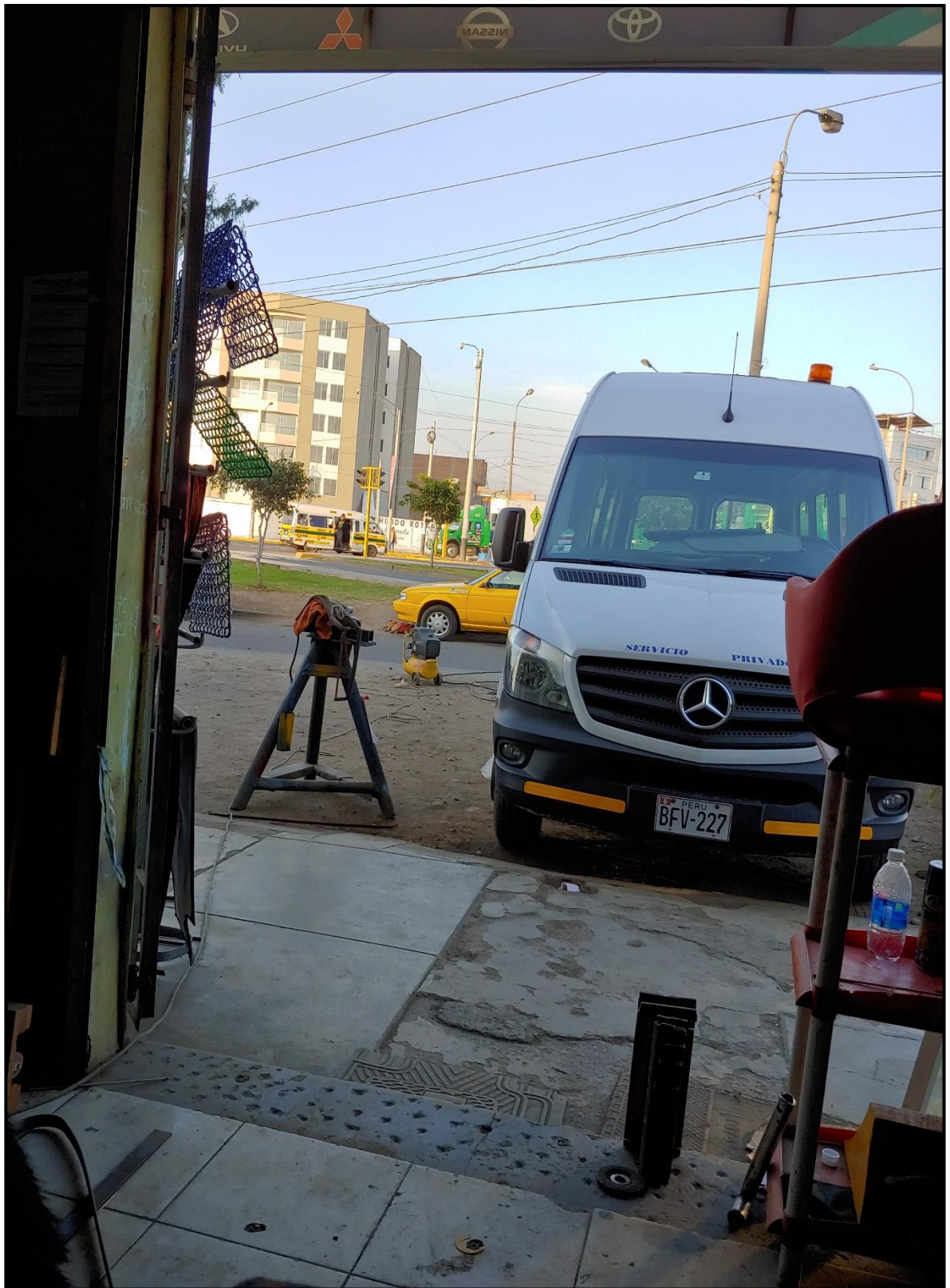
Fuente: Elaboración propia



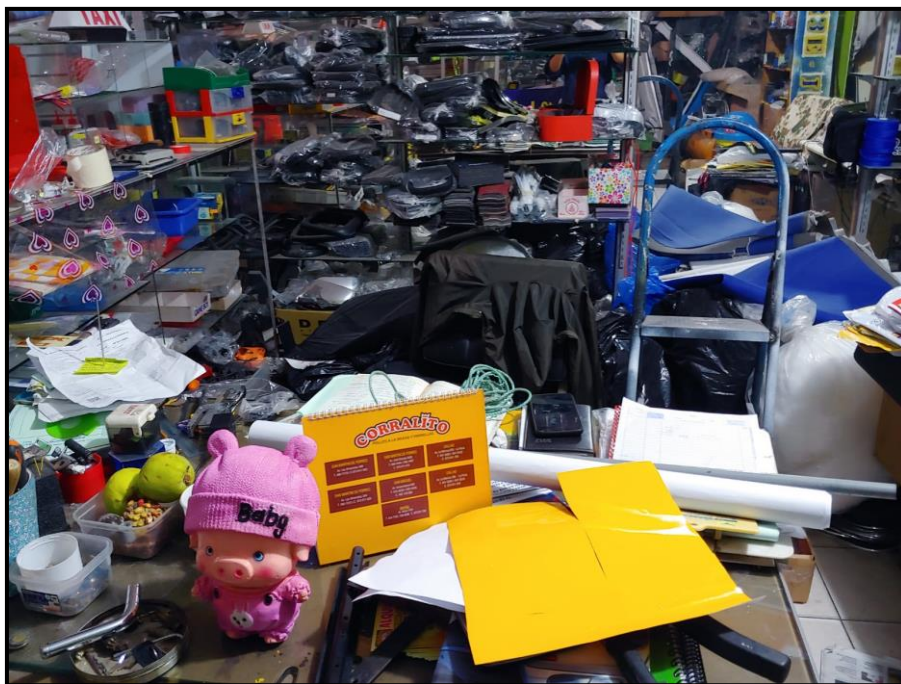
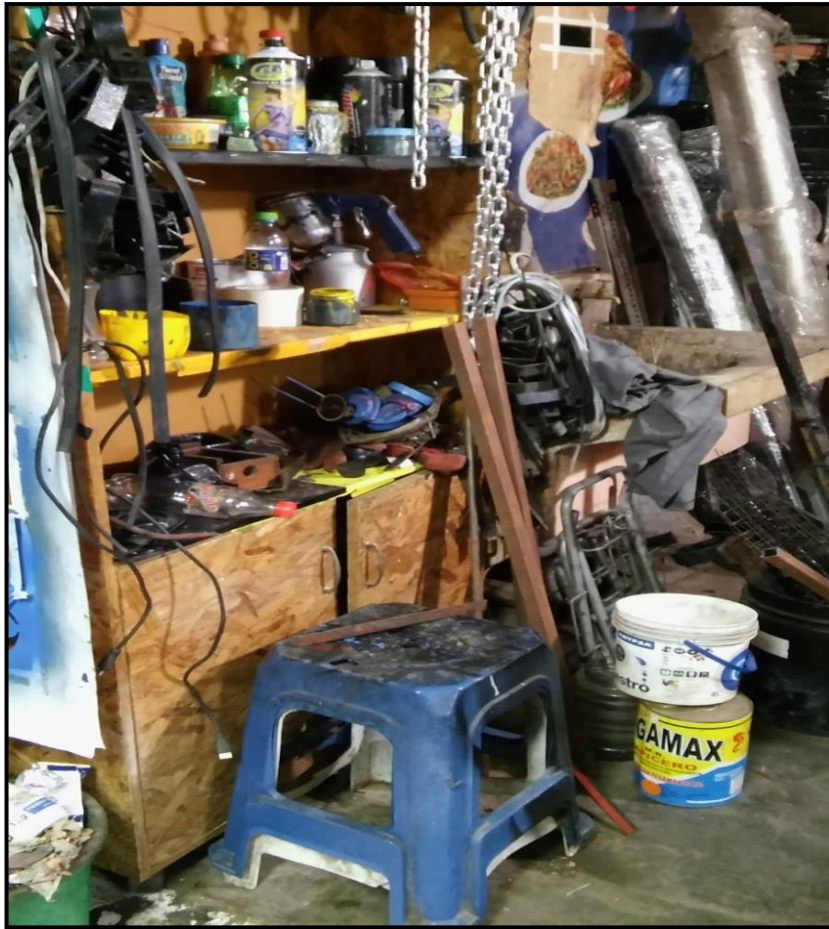
Anexo 93: Fotos pre-test del pintado de vehículos livianos A1 en Adan Car E.I.R.L.











Anexo 94: Fotos post-test proceso de pintado de vehículos livianos A1 en Adan Car E.I.R.L.

